7th International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Sciences

7th International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Sciences

November 15-17, 2019, Ankara, Turkey

VII. Uluslararası

Fen, Mühendislik ve Mimarlık Bilimlerinde Akademik Çalışmalar Sempozyumu

15-17 Kasım, 2019, Ankara, Türkiye

PROCEEDING BOOK

Editors
Prof. Dr. Halit Demir
Asst. Prof. Dr. Ayhan Güler

7th International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Sciences November 15-17, 2019, Ankara, Turkey

PROCEEDING

VII. Uluslararası Fen, Mühendislik ve Mimarlık Bilimlerinde Akademik Çalışmalar Sempozyumu 15-17 Kasım, 2019, Ankara, Türkiye

TAM METİN KİTABI

ISBN: 978-605-7736-42-0
Publishing Director / Yayın Yönetmeni: Muhammet Özcan
Editors: Prof. Dr. Rıdvan Karapınar & Asst. Prof. Dr. Ayhan Güler
Cover Design / Kapak Tasarımı: Bülent Polat

ASOS YAYINEVİ
1st Edition / 1.baskı: December / Aralık 2019
Address / Adres: Çaydaçıra Mah. Hacı Ömer Bilginoğlu Cad. No: 67/2-4/MERKEZ/ELAZIĞ
Mail: asos@asosyayinlari.com
Web: www.asosyayinlari.com
İnstagram: https://www.instagram.com/asosyayinevi/
Facebook: https://www.facebook.com/asosyayinevi/
Twitter: https://twitter.com/Asosyayinevi

PREFACE / ÖN SÖZ

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Sciences' is serving an academic forum for both academics and researchers who present the latest developments and research results in their fields. Science, Engineering and Architecture research is an interdisciplinary by nature, so it covers several fields. In this symposium, the academics working in different fields share their results with a wide scientific community. Thus more researchers will be aware of these studies and have some new ideas for their future studies. It is hoped that this symposium will make a significant contribution to the developments in Science, Engineering and Architecture.

Uluslararası Fen, Mühendislik ve Mimarlık Bilimlerinde Akademik Çalışmalar Sempozyumu', akademisyenler ve araştırmacılar için alanlarındaki en son gelişmeleri ve araştırma sonuçlarını sundukları akademik bir forum özelliğini korumaktadır. Fen, Mühendislik ve Mimarlık bilimleri, doğası gereği farklı alanlardaki bilimlerle ortak çalışmalar yaptığından, bu sempozyumda sunulan çalışmalar geniş bir bilimsel toplulukla paylaşılmaktadır. Böylece daha fazla araştırmacı bu çalışmaların farkında olacak ve gelecekteki çalışmaları için bazı yeni fikirlere sahip olacaktır. Bu kitapta fen, matematik, mimarlık, mühendislik ve ziraat alanlarında sempozyuma sunulan bildirilerden oluşmaktadır. Okuyucu ve araştırmacılara faydalı olmasını dileriz.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

CONTENTS / İÇİNDEKİLER

Preface / Ön Söz ..... **I**

Contents / İçindekiler ..... **II**

Boards / Kurullar ..... **XI**

ENGINEERING SCIENCES / MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ

FORENSIC INFORMATION ENGINEERING / ADLİ BİLİMLER MÜHENDİSLİĞİ **2**

Adli Bilimlerde Ses/Görüntü Kaydı İncelemelerinde Kayıt İyileştirme ve Görüntü Kayıtlarının Gürültüden Arındırılması 3

COMPUTER ENGINEERING / BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ

Kamu Kurumlarının Android Uygulamalarının Güvenlik Zafiyetlerinin İncelenmesi 24

Masum Görünen Ortamlara Gizli Bilgi Saklama Sanatı: Steganografi 37

Deep Learning: Methods and Application Areas 51

Natural Language Processing: Problems and Solutions 63

Compression of Turkish Texts Using Static Huffman Algorithm 73

Micro Artificial Algae Algorithm (μAAA) For Solving High Dimensional Optimization Problems 82

BIOMEDICAL ENGINEERING / BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ

Computational Binding Analysis of Pinostrobin With Human Serum Albumin 92

Computational Interaction Analysis of Estrogen Receptor with Ligands for Treatment of Breast Cancer 98

BIOENGINEERING / BİYOMÜHENDİSLİĞİ

Investigation of Controlled Drug Delivery from Dextran Reinforced Pegda Hydrogel Scaffolds 105

ENVIRONMENTAL ENGINEERING / ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Ozon Tabakasını İncelten Maddelere İlişkin Montreal Protokolü Kigali Değişikliği'nin Küresel İklim Değişikliğine Etkileri ve Değişikliğin Türkiye'de Uygulanabilmesi İçin Gereklilikler 122

Trofik Durum İndeksi Kullanılarak Nutrientler ve Klorofil Parametreleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi 133

Environmental Impact Assessment Regulations in Turkey: Evaluation of Recycling Projects 143

ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING / ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ

EMI Filtre Tasarımında Empedans Uyumsuzluğunun Önemi 149

Şebeke Bağlantılı T-Tipi PV Evirici İçin EMI Filtre Tasarımı 158

Konutsal Uygulamalar İçin Çift Beslemeli Asenkron Generatöre Sahip Rüzgar Türbininin Gerçek Zamanlı Olarak Tasarımı 171

Chirp-Z Dönüşümü Kullanılarak Ağ Şebekesine Bağlı Bir İnverterin Spektrum Analizinin Gerçekleştirilmesi 182

Gelecek Nesil Mobil İletişim Sistemlerinde Pilot Kirliliğinin Azaltılmasında Karınca Kolonisi Optimizasyonu İle Verimli Pilot Atama Yaklaşımı 190

Güneş Işınımı Verilerinin AKA / EEK-DVM Hibrit Yöntemi İle Analizi 200

An Analysis for Feature Selection on Hourly Electricity Load Forecasting 211

Uganda'nın Net Elektrik Tüketimini Tahmin Etmek İçin Anfis Modelini Optimize Edecek Şekilde PSO ve Genetik Algoritma Kullanmak 220

Basınç Yaralarını Önlemek İçin Hasta Yatağı Tasarımı 233

ENERGY SYSTEMS ENGINEERING / ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ

Endüstri 4.0'da Yapay Sinir Ağları Kullanımının İncelenmesi 243

Soğutma Sistemlerinde R404a ve R290 Soğutucu Akışkan Kullanımının Termodinamik Analizi: Deneysel Karşılaştırma 254

FOOD ENGINEERING / GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Tüketicilerin Gıda Katkı Maddeleri Hakkında Bilgi Düzeyinin Belirlenmesi 269

Palmiye (*Washingtonia robusta*) Meyvelerinden Geleneksel Yöntemle Şeker Özütleme Koşullarının Optimizasyonu 283

Karaman'da Yetişen Alıç (*Crataegus Orientalis)* Meyvesinin Bazı Pomolojik ve Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi 300

GEOMATICS ENGINEERING / HARİTA MÜHENDİSLİĞİ

2014-2016 Yılları Arasındaki Mevsimsel İyonosferik Değişimlerin IRI2016 Modeli Kullanılarak İrdelenmesi 313

The Usage of Geographical Information System in Faunustic Research 321

CIVIL ENGINEERING / İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Optimization of Durability Characteristics of White Cement Mortars 332

Durability Properties of Cement Mortar Cooperating with Basalt Fibers 344

Tüp Yapılar ve Kayma Çerçevelerinin Mekanik Açıdan Karşılaştırılması 357

Tarihi Zonguldak Sinema Salonu Balkonunun Performans Analizi 367

Rombaki Tarihi Yığma Yapısının Performans Analizi 385

Sodyum Silikat Katkılı Süper İnce Taneli Çimento Enjeksiyonunun Reolojik Özellikleri 406

TEXTILE ENGINEERING / TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ

Denim Kumaş Üretiminde Sürdürülebilir Yaklaşımlar 416

CHEMICAL ENGINEERING / KİMYA MÜHENDİSLİĞİ

Bor Tesisi Atıksuyundan Çöktürme Yöntemi İle Bor Gideriminin İncelenmesi 428

Kinetic Studies of Neutral Red Adsorption Using Lemon Peel 438

Isotherm and Thermodynamics Studies of Neutral Red Adsorption Using Lemon Peel 448

Cellulose Isolation by Chemical Treatment of Various Lignocellulosic Materials: A Study on Cellulose Yield 461

Çörek Otu Pres Kekinden Kimyasal Aktivasyonla Aktif Karbon Üretimi 465

Atık Pirinç Talaşlarından Metalik Bakır Geri Kazanımı 473

MINING ENGINEERING / MADEN MÜHENDİSLİĞİ

Tehlikeli Endüstriyel Atıkların Mikrodalga Eriyik Tuz İle Pasta Depolanması - Pasta Metal Çözünme Reaktivitesi ve Değerlendirmesi 482

MECHANICAL ENGINEERING / MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

Metal İşlemede Sürdürülebilir Soğutma/Yağlama Stratejilerinin Araştırılması: Derleme 491

Dört Kol Mekanizma Tabanlı Bir Tutucunun Kinematik Analizi ve Çalışma Uzayı 505

Dubleks Paslanmaz Çeliğinin Farklı Soğutma/Yağlama Yöntemleri Altında Tornalanmasında Kesme Sıcaklığının Optimizasyonu 512

Rulman Dış Bileziklerinin Yuvarlanma Yolu Son Taşlama Operasyonlarında CBN Taş Kullanılmasının Dairesellik ve Yüzey Pürüzlülük Değerlerine Etkilerinin İncelenmesi 525

Metil ve Etil Alkoller İle Farklı Katalizörler Kullanılarak Üretilen Biyodizellerin Yakıt Özellikleri, Motor Performansları ve Egzoz Emisyonlarının İncelenmesi 540

Çimento Fabrikasında Döner Fırın Prosesinin Enerji ve Ekserji Analizi İncelenmesi 556

Ampüte Edilmiş Aşırı Kilolu Hastalar İçin Tasarlanmış Protez Ölçü Alma Cihazı Tasarımı 573

PV Panellerin Termografi Yöntemi İle İncelenmesi 580

Kombi veya Benzeri Gaz Yakıt Kullanan Sistemin Plakalı Isı Değiştirisinin Debi ve Akışkan Değişimi Yönünden Deneysel İncelenmesi 593

Tek Yönlü Karbon Elyaf Takviyeli Polyester Matrisli Farklı Katman Sayılarına Sahip Kompozitlerin Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması.....603

Gemi İnşa Sektöründe El Yatırma Yöntemi Kullanılarak Karbon Elyaf Takviyeli Kompozit Üretimi 616

Alternative Seal Application for Pyrotechnic Initiator Base to be Used in Moderate Environmental Conditions 628

METALLURGICAL AND MATERIALS ENGINEERING / METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ

Toz Metalurjisi Yöntemiyle Üretilen AZ91 Alaşımının Mekanik Özellikleri Üzerine Si Elementinin Etkisi 636

Toz Metalurjisi İle Üretilen AZ91 Alaşımında Antimon İlavesinin Mikroyapı Ve Mekanik Özellikler Üzerine Etkisinin Araştırılması 648

FORESTRY ENGINEERING / ORMAN MÜHENDİSLİĞİ

Talk Inorganik Mineral Katlili Orta Yoğunlukta Liflevha (MDF)'nin Yanma Performansinin Araştirilmasi 662

PETROLEUM AND NATURAL GAS ENGINEERING / PETROL VE DOĞALGAZ MÜHENDİSLİĞİ

Pirinanın Pirolizi Prosesinde Sıcaklığın Etkisinin İncelenmesi 679

A review of Paleozoic - Miocene Petroleum Source Rocks of Turkey by Paleogeographic and Paleotectonic Data: New Interpretations and Major Outcomes 689

Oil and Gas Seeps in Turkey: A Review 726

GEOSCIENCES ENGINEERING / YER BİLİMLERİ MÜHENDİSLİĞİ

Sındırgı İle Bigadiç (Balıkesir) Arasında Kalan Fayların Yaşı 742

Karaköy Mahallesi'nin (Mustafakemalpaşa / Bursa) 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine Göre Jeolojik ve Jeoteknik Açıdan İncelenmesi.....749

Van Gölü Havzasındaki Perlit Madenlerinin Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri 763

Van Gölü Havzasındaki Pomza Madenlerinin Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri 769

ENGINEERING POSTER PRESENTATION / MÜHENDİSLİK POSTER SUNUM

Şırnak Asfaltit Kül ve Şlam Atıklarının Bitümlü Geçirimsiz Bariyer Pasta Yapı Malzemesi Olarak Etüdü 777

ARCHITECTURE SCIENCES / MİMARLIK BİLİMLERİ

Sağlık Yapılarında Yeşil Alan Kullanımının Kullanıcı Psikolojisine Etkileri 786

Üsküdar Merkezinde Kent Gürültüsünün İnsanlar Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi 808

1970-1990 Yılları Arasında Türkiye'deki Toplumsal Ayrışmanın Kemal Sunal'ın Kapıcılar Kralı Filmi Üzerinden Değerlendirilmesi 824

Sağlık Yapılarında Sürdürülebilir Tasarım Kriterlerinin Belirlenmesi 842

Konya Kent Belleğindeki Yapılar Üzerinden Evrensel Tasarım Kriterlerinin İncelenmesi 850

Bartın'daki (*Parthenıa*) Rum Kültürünün Mekânsal İzleri 869

Kentsel Kamusal Alanların Gelişimi İçin Yenilikçi Araçlar: Akıllı ve Eko-Tek Kent Mobilyaları 887

Fiziksel Engelli Bireylerin Erişebilirliğinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi: Düzce İstanbul Caddesi Örneği 904

Toplumu Depreme Hazırlamak İçin Geliştirilen Öneriler 921

Boğaziçi Kentsel Mekânında Farklı Kentsel Doku Özellikleri ve Yerel Kentsel Dönüşüm Uygulama Modelleri "Üsküdar Örneği" 932

SCIENCE AND MATHEMATICS SCIENCES / FEN VE MATEMATİK BİLİMLERİ

BIOCHEMISTRY / BİYOKİMYA

Zeytinyağı Deoderize Distilatlarında Bulunan Tokol Türlerinin Monolitik Kolon ve Kemometri Kullanılarak Tayini 953

Öğrencilerin Kimya Konularında Kullandıkları Höristikler: Bir Doküman İncelemesi 965

BIOLOGY / BİYOLOJİ

Aedeagus and Spermatheca Structure of Cassida Sanguinosa Suffrian, 1844 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae) in Scaning Electrone Microscope (SEM).....986

Aedeagus and Spermatheca Structure of *Chrysomela Populi* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Chrysomelidae: Chrysomelinae) in Stereo Microscope 998

Atherina boyeri (Risso, 1810)'nin Türkiye İç Sularındaki Dağılımı ve Balıkçılık Üzerindeki Etkileri.....1005

Pseudorasbora parva'nın Türkiye İç Sularındaki Dağılımı.....1015

Öğretmen Adaylarının Balık Tüketim Alışkanlıkları ve Balık Tüketiminde Dikkat Ettikleri Unsurların Belirlenmesi.....1025

Colchicum Atticum Spruner Ex Tommas Türü Üzerine Anatomik, Morfolojik ve Palinolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar 1035

Crocus Chrysanthus (herb.) Herb. Türünün Mikromorfolojik, Palinolojik ve Anatomik Özellikleri 1044

Iris Kerneriana (Iridaceae) Üzerine Anatomik, Morfolojik ve Ekolojik Bir Çalışma.....1056

PHYSICS / FİZİK

Gauss Yasası Kullanılarak Oluşturulan Finansal Akının 2001 Türkiye ve Arjantin Finansal Krizlerine Uygulanması 1065

A Charged Particle in a Constant Magnetic Field: Perturbative Treatment 1078

$(C_{20})_2N$ VE $(C_{20}N)_2$ Moleküllerinin Fiziksel Özellikleri 1085

CdS Yarıletken İnce Filmler ve Karakterizasyonu 1093

MgF_2 İnce Filmlerin Karakterizasyonu 1105

Exploration of the Plasma Parameters in Semiconductor Plasma System with SiC Cathode 1114

Optoelectronic Features of The ZnSe Based Plasma System 1118

The Effect of The Plasma-inp Interaction on The System Characteristics 1121

STATISTICS / İSTATİSTİK

An Alternative Method To The Newton-Raphson: Genetic Algorithm 1125

CHEMISTRY/ KİMYA

Üç Oksovanadyum (IV) İçeren Bir Kompleks Sentezi 1135

3,5-Diamino-1,2,4-Triazol Molekülü İle Modifiye Edilmiş Camsı Karbon Elektrot Yüzeyinde 8-Nitrokinolinin Elektrokimyasal Davranışı ve Voltametrik Tayini 1142

Role of Polymer-Based Barrier Systems in Exposed Dose of Biota through Tin from Redox-Sensitive Elements in Nuclear Waste 1156

Antioxidant Activity and Total Phenolic Amount of Alcoholic Extract of Jujube Fruit (*Zizyphus Jujuba*) 1165

Nigella Sativa Aracılı Yeşil Bimetal,k Pd-Ag Nanopartıkülleın Sentezi ve Antibakteriyel Aktiviteleri.....1180

Pt-Ag Bimetalik Nanopartiküllerin *Nigella Sativa* Ekstresi Yardımıyla Yeşil Sentezi ve İn Vitro Olarak Antibakteriyel Potansiyellerinin İncelenmesi.....1188

Bazı Doğal Bileşiklerin Pankreatik Kolesterol Esteraz Enzim Üzerinde Etkisinin İn Siliko ve İn Vitro Olarak Araştırılması 1196

Kanser Tedavisinde Hedef Enzim Olarak PKM2 1204

MATHEMATICS/ MATEMATİK

Some Curvature Relations of Kenmotsu Finsler Manifolds.....1214

On Some Certain Quasi-Conformaland Concircular Curvature Conditions of Kenmotsu Finsler Structures 1224

On The Coefficients of Quasi-Convex Multivalent Functions.....1234

BIOSTATISTICS / BİYOİSTATİSTİK

Aritmetik Ortalama mı En Küçük Kareler Ortalaması mı?.....1247

SCIENCE POSTER / FEN BİLİMLERİ POSTER

Development New Method for Rapid and Direct Determination of Silver.....1245

AGRICULTURE/ ZİRAAT

Kocaeli Kartepe İlçesinde Doğadan Toplanan Meyveler ve Meyvelerin Değerlendirilme Yöntemleri 1265

Adaçayı (*Salvia officinalis*) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Deniz Yosunu (*Ascophyllum nodosum*) Ekstraktı, Metil Jasmonat ve Saf Su İle Ozmotik Koşullandırmanın Etkisi 1274

Kartepe İlçesinde Toplanan Doğal Ürünler ve Değerlendirilmesi..1281

Stress of *Helianthus tuberosus* L. plants caused by the use of herbicides 1291

Marul (*Lactuca sativa L.*) Tohumunda Farklı Doz Bitki Besin Elementli Pelet Kaplamanın Bazı Çimlenme Parametrelerine Etkisi 1306

Altınoluk Orman İşletme Şefliğindeki Saf Karaçam (Pinus Nigra Arnold.) Meşcerelerinde Sıklık Bakımının Büyümeye Etkisi.....1316

Çiçekli Süs Bitkilerinde Etilen Direncinin Önemi.....1324

Sürdürülebilir Bağcılık Uygulamalarında Geri Dönüşüm 1333

BORADS / KURULLAR

President of Organizing Committee
Prof. Dr. Halit DEMİR, Van Yüzüncü Yıl University, Turkey

Organizing Committee / Düzenleme Kurulu
Prof. Dr. Rıdvan KARAPINAR, Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Turkey
Prof. Dr. Tanja SOLDATOVIĆ, Novi Pazar Devlet Üniversitesi, Sırbistan
Assoc. Prof. Dr. Derya AVCI, Balıkesir University, Turkey
Asst. Prof. Dr. Can ÇİVİ, Manisa Celal Bayar University, Turkey
Asst. Prof. Dr. i Gordana ROVCANIN, Montenegro University, Montengero
Dr. Canan DEMIR, Van Yuzuncu Yil University, Turkey
Inst. Gülen ÖNAL KARAKOYUN, Van Yüzüncü Yıl University, Turkey

Referee and Science Board / Hakem ve Bilim Kurulu
Prof. Dr. Aleksandar KADIJEVIC, University of Belgrade, Serbia
Prof. Dr. Galia MARINOVA, Sofia Technical Universityi Bulgaria
Prof. Dr. Gönül DÖNMEZ, Ankara University, Turkey
Prof. Dr. Hakan Muğlalı, Onkuz Mayıs University, Turkey
Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL, Bartın University, Turkey
Prof. Dr. Halit DEMİR, Van Yüzüncü Yıl University, Turkey
Prof. Dr. Harun AKKUŞ, Van Yüzüncü Yıl University, Turkey
Prof. Dr. Mehmet Rüştü KARAHMAN, Ankara University, Turkey
Prof. Dr. Murat ÖZYAVUZ, Namık Kemal University, Turkey
Prof. Dr. Nurcan ÇETİNKAYA, Onkuz Mayıs University, Turkey
Prof. Dr. Rıdvan DURAK, Atatürk University, Turkey
Prof. Dr. Rıdvan KARAPINAR, Burdur Mehmet Akif Ersoy Uni, Turkey
Prof. Dr. Serdar SALMAN, Milli Savunma University, Turkey
Prof. Dr. Şemsi YAZICI, Ege University, Turkey
Prof. Dr. Tanja SOLDATOVIĆ, Novi Pazar State University, Serbia
Assoc. Prof. Dr. Derya AVCI, Balıkesir University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Firudin AGAYEV, TInstitute of Technology Sciences, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Gülten ÖKMEN, Muğla Sıtkı Koçman Univ., Turkey
Assoc. Prof. Dr. Murat DENER, Gazi University, Turkey
Asst. Prof. Dr. Ali KILIÇER, Van Yüzüncü Yıl University, Turkey
Asst. Prof. Dr. Ali Rıza KUL, Van YüzüncüYıl University, Turkey
Asst. Prof. Dr. Ayhan GÜLER, Hakkari University, Turkey
Asst. Prof. Dr. Borko MILADINOVIC, Montenegro Univ., Montenegro
Asst. Prof. Dr. Cab ÇİVİ, Manisa Celal Bayar University, Turkey

Asst. Prof. Dr. Ege Anıl DİLER, Ege University, Turkey
Asst. Prof. Dr. Hasan S. SELEK, Hasan Kalyoncu University, Turkey
Asst. Prof. Dr. İsmail KÜÇÜK, Gebze Yüksek Teknoloji Univ., Turkey
Asst. Prof. Dr. Kemal KÖSEOĞLU, Ege University, Turkey
Asst. Prof. Dr. Mehmet Ali KANDEMİR, Balıkesir University, Turkey
Asst. Prof. Dr. Mustafa ÖZDEMİR, Bozok University, Turkey
Asst. Prof. Dr. Slobodan ŽIVALJEVIC, Montenegro Univ., Montenegro
Asst. Prof. Dr. Tuncay YILMAZ, Manisa Celal Bayar University, Turkey
Asst. Prof. Dr. Tülay GÜRSOY, Van Yüzüncü Yıl University, Turkey
Dr. Hind I. Al-Khazraji, Baghdad University, Iraq

ISMS
International Symposium
on Academic Studies in Science,
Engineering and Architecture Studies

ENGINEERING SCIENCES
MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ

ISMS
International Symposium
on Academic Studies in Science,
Engineering and Architecture Studies

FORENSIC INFORMATION ENGINEERING

ADLİ BİLİMLER MÜHENDİSLİĞİ

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ADLİ BİLİMLERDE SES/GÖRÜNTÜ KAYDI İNCELEMELERİNDE KAYIT İYİLEŞTİRME VE GÖRÜNTÜ KAYITLARININ GÜRÜLTÜDEN ARINDIRILMASI

Record Enhancement in Speech/Image Recording Analysis in Computer Forensic and Noise Removal of Image Recordings

Aysun Coşkun[1] & Gözde Nur Kütükcü[2]

1 (Doç.Dr.); Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara-Türkiye aysunc@gazi.edu.tr

2; Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Adli Bilişim Anabilim Dalı, Ankara-Türkiye, gozdekutukcu@gmail.com

Öz: Bilgi ve iletişim çağı olarak adlandırılan bu çağda, teknolojinin hızla gelişimi ve hızla hayatımıza girmesi ile birlikte ses ve görüntüyü kaydetme araçları çeşitlenmiş, etkiledikleri alanlar da genişlemiştir. Adli bilimlerde kaydedilen ses ve görüntü işlenen bir suçun delili olarak incelenebilmesi açısından etkilediği önemli alanlardan birisidir. Adli bilişim bilimi, delil niteliği ihtiva eden sayısal verinin bilimsel yöntemler ve prosedürler kullanılarak veriyi değiştirmeden mahkemede delil olarak kullanılabilecek şekilde toplanmasının yanında analiz sürecidir.

Bu çalışmada, delil ihtiva eden sayısal verilerden ses ve görüntünün iyileştirilmesinin adli bilişimdeki öneminin araştırılması amaçlanmıştır. Bunun yanında üç farklı gürültü barındıran görüntülerin 3 farklı filtre ile iyileştirilmesi incelenmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bunun için belirli bir yoğunlukta tuz&biber gürültüsü, gauss gürültüsü ve blur gürültüsüne sahip olan görüntüler MATLAB programı ile iyileştirilmeye çalışılmıştır. Bunun için median filtre, mean filtre ve weiner filtre kullanılmıştır. Araştırma sonucunda median filtrenin gauss ve blur gürültülerinden ziyade tuz&biber gürültüsünde daha başarılı sonuç verdiği, mean filtrenin ise bu üç gürültü içinden gauss gürültüsünde etkili olduğu görülmüştür. Wiener filtresi ise keskinlik artırdığı için tuz biber ve gauss gürültüsü barındıran görüntülerin gürültü derecelerini daha çok artırmış blur gürültü barındıran görüntünün iyileştirilmesinde daha başarılı sonuç vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Adli Bilişim, Teknoloji, Dijital Delil, Ses İyileştirme, Görüntü İyileştirme, Gürültü, Fitre

Abstract: In this era known as the information and communication age, the rapid development of technology and it's rapid entry into our lives, the tools of recording sound and image have diversified and the areas they have affected have expanded audio and video recorded in the forensic sciences is one of the important areas in which it can be examined as evidence of a crime committed. Computer Forensic science is the process of analysis, as well as collecting numerical data containing the evidence quality so that it can be used as evidence in court without changing the data using scientific methods and procedure.

In this study, it is aimed to investigate the importance of improving audio and video from forensic data containing evidence in computer forensic. In addition, the improvement of the images containing three different noise with 3 different filters were examined and the results were compared. For this purpose, images with a certain intensity of salt & pepper noise, gaussian noise and blurring noise were tried to be improved with MatLab program. For this purpose, median filter, mean filter and weiner filter were used. As a result of the

research, it was observed that the median filter was more successful in salt & pepper noise than gaussian and blurring noise and mean filter was effective in gaussian noise among these three noise. But wiener filter has increased the noise levels of images containing salt & pepper and gaussian noise because it increases the sharpness, but has better results for improving the images containing blurring noise.

Keywords: Computer Forensic, Technology, Digital Evidence, Speech Enhancement, Image Removal, Noise, Filter

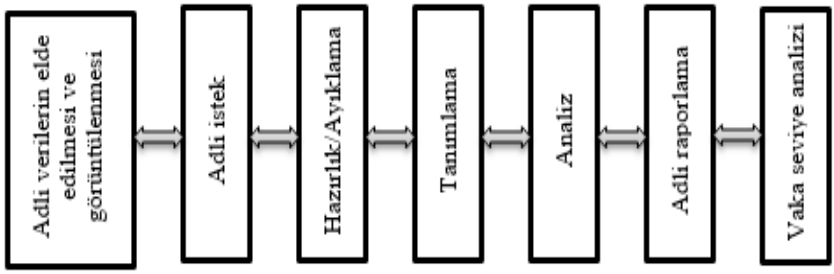
GİRİŞ

Hızla gelişen ve hayatımıza hızla uyum sağlayan teknoloji ile birlikte geniş bir alana yayılan adli bilişim bilimi bir suçta delil niteliği ihtiva eden dijital bulguların bilimsel yöntemler ve yasal prosedürlerle analizini gerçekleştirir.

Ekizer'e göre (2014) Adli Bilişim bilimi; suçun aydınlatılabilmesi için bilimsel metodolojiler kullanılarak, çeşitli varyasyonlardaki dijital medyalar üzerinde bulunan, suçla ilgili dijital delillerin bozulmadan ve zarar görmeden anlaşılabilir bir şekilde adalet önüne sunulmaya hazır hale getirilmesini sağlayan ve başlı başına bilimsel teknik prensiplerin uygulandığı bir delil inceleme sürecinin bütünüdür (Ekizer, 2014).

Dijital yollarla işlenen suçlarda kullanılan cihazlar ve bu cihazlar içerisinde bulunan verilere "dijital delil" adı verilmektedir. (Korkmaz & Boyacı, 2018).

Dijital verilerin delil niteliği taşıyacak şekilde elde edilmesinde ve analizinde adli bilişimin ana unsurları önem arz etmektedir. Bu unsurlar; bilimsel yöntemlerin kullanımı, toplama/koruma, doğrulama, tanımlama, analiz/yorumlama, dokümantasyon ve sunumdur.



Şekil 1: Adli Bilişim Süreç Akışı (Carroll, Brannon, & Song, 2008)

Ekizer'e göre ise (2014) Adli Bilişim süreçleri temel olarak dört aşamadan oluşmaktadır.

I. Elde etme (Acquisition)

II. Tanımlama (Identification)

III. Değerlendirme (Evaluation)

IV. Sunum (Presentation)

Elde etme, ilk olay yeri güvenliği ve müdahalesi, muhtemel delil nesnelerinin toplanması, nakledilmesi, verilerin incelenmek için birebir kopyalanmasıdır. Tanımlama, araştırma yöntemlerinin belirlenmesi teknik araştırmanın yapılarak muhtemel suç unsurlarının bulundukları dijital ortamdan dışarı çıkarılmasıdır. Değerlendirme, kesin delil niteliği taşıyacak suç unsurlarının tespit edilmesi ve değişmemiş geçerliliğinin sağlanmasıdır. Sunum ise, adli merciler için saptanan bulguların dokümantasyonun ve sunumunun yapılmasıdır (Ekizer, 2014).

Birçok adli vakada suç ve suçluların tespit edilmesinde yararlanılan dijital delillerin arasında ses ve görüntü kaydı da bulunmaktadır.

İlerleyen teknoloji ses ve görüntü verilerini elde etmede yardımcı olan kayıt cihazlarının da gelişmesine olanak sağlamıştır. Bu bağlamda analog kayıt cihazları yerini büyük oranda dijital kayıt cihazlarına bırakmıştır.

Ses kayıtlarında kullanılan cihazlar analog ses kayıt cihazları, cep telefonları, dijital ses kayıt cihazları, ses kaydı da alabilen kameralar ve fotoğraf makineleri olarak çeşitlendirilebilir.

Adli ses ve konuşma incelemelerinin kapsamında kayıt cihazları ile elde edilen ses kayıtlarında ekleme-çıkarma gibi herhangi bir oynama, kayıttaki sesin belirtilen kişilere ait olup olmadığının tespiti, sesin anlaşılmasını etkileyen gürültü ve parazitlerin sesten temizlenmesi ile birlikte sesin yazıya dökülerek tapeleştirilmesi işlemleri bulunmaktadır.

Görüntü kayıtlarında kullanılan cihazlar ise cep telefonları, mobese kameraları, kameralar, fotoğraf makineleri, web kameraları, güvenlik kameraları, araç kameraları, drone kameralar olarak çeşitlendirilebilir.

Adli görüntü incelemeleri kapsamında ise kayıt cihazları ile elde edilen görüntü kayıtlarının manipülasyon tespiti yani orijinal ya da sahte (montaj) olup olmadığının tespiti, görüntü zenginleştirme ve onarma, nesne, mekan ve şahıs karşılaştırma, olay kurgusu, kayıt içine yerleştirilen gizli watermark (filigran) bilgilerinin analizi ile dijital görüntü içine gizlenen veri tespiti (steganografi), görüntünün anlaşılmasını etkileyen gürültü ve parazitlerin temizlenmesi işlemleri bulunmaktadır.

Adli ses ve konuşma incelemeleri

Ses, maddesel ortam içinde hareketli bir cisimden belirli bir şiddet ve frekans ile titreşen dalgaların kulağımız tarafından algılanabilen basınç değişimidir.

Gelişen teknoloji ile bu sesler çeşitli kayıt cihazları ile kayıt altına alınmaktadır. Bu ses ve konuşma kayıtları adli vakalarda vakanın çözümü için önemli bir yere sahip olan deliller olabilirler. Delil niteliği taşıyan bu kayıtların güvenirliği ve netliği vaka analizinde kilit noktada yer alır. Bu sayede birçok kişinin iddia edildiği şekilde suçlu olduğu veya olmadığı açığa çıkarılabilir.

Adli anlamda ses ve konuşmacı kayıtları incelemede konuşmacı tespiti, sesleri iyileştirme, ses üzerine yapılan tahribat ve eklemelerin belirlenmesi (kayıt güvenirliği), tapeleştirme üzerinde durulur.

Konuşmacı tespiti, konuşmacının teşhisi ve konuşmacıyı tanımadır. Adli olaylarla konu olmuş ses kaydındaki kişilerin ya da nesnelerin seslerinin görsel, işitsel ve dilbilimsel yöntemler kullanılarak belirlenebilmesine yönelik incelemelerdir.

Kayıt güvenilirliği, ses üzerine yapılan tahribat ve eklemelerin olup olmadığının incelenmesidir. Kısacası kaydın kurgu ürünü olup olmadığı yani orijinalliğinin araştırılmasıdır.

Tapeleştirme, adli ses kayıtlarının mahkemelere sunulmak üzere yazılı olarak dokümante edilmesidir. Kayıt çözümü olarak da ifade edilebilir.

Kayıt iyileştirme

Adli vakalarda kayıtlar esas sesin engellenmesi için kasten bozulmuş olabilir. Adli ses kayıtlarında genellikle vakalarda önemli olmayan gürültü olarak tabir edilen ve kaydı bozan bu istenmeyen sinyaller vakada önem arz eden seslerin önüne geçebilir. Gürültü yüzünden ses net ve anlaşılabilir olmayabilir. Adli ses kayıtlarındaki istenmeyen sinyallerin özel yazılım ve donanım kullanılarak engellenmesi, duyulması istenilen ses sinyalinin filtreleme, sinyal iyileştirme ve zenginleştirilme (belirginleştirme) çalışmaları ile kayıt iyileştirme gerçekleştirilir.

Gürültü sinyalin istenmeyen bileşenleridir. Bu bileşenler ses sinyalinin oluştuğu ortam, kaynak ya da kaydedicinin kendisinden kaynaklanan, işlenmesi esnasında sistemin orijinalliğini ve kalitesini etkileyen sinyallerdir (Özkaya, 1994).

Adli vakalar kapsamında incelenen ses kayıtlarında genellikle karşılaşılan gürültüler altıya ayrılabilir.

I. Arka plan gürültüsü
II. İstenmeyen konuşmalar gürültüsü
III. Evrişen gürültüler
IV. Dürtün gürültüsü
V. Doğrusal olmayan gürültüler
VI. Sinyalle bağlantılı olan gürültüler

Arka Plan Gürültüsü

Asıl sinyal ile ilgisi olmayan cadde, sokaktaki kalabalığa ve diğer nesnelere ait sesler, makine sesleri, rüzgâr, yağmur gibi iklimsel olaylara ait sesler, araç sesleri gibi çevresel seslerden kaynaklanan gürültüdür. Beyaz gürültü olarak da bilinir. Gürültünün spektrumu yayılmış ve geniş bir frekans aralığına sahiptir.

İstenmeyen Konuşmalar

Konuşma sinyaline çok benzeyen özelliklere ve frekans aralığına sahiptir. Asıl sinyale eklenen ve asıl sinyali engelleyen ses sinyalidir. Bir çevrede aynı anda konuşan istenmeyen sesler (bir mekândaki diğer insanların konuşmaları) olduğu ve ilgilenen sese çok benzer olduğu için gürültüden arındırılması daha zordur (Yüksek, 2006).

Evrişen Gürültü

Oda akustiği ya da mikrofondaki değişiklikler nedeniyle konuşma sinyalindeki değişikliklerdir. Zaman alanındaki evrişime karşılık gelir. İlave gürültüye nispeten temizlenmesi daha zordur.

Dürtün Gürültüsü

Kısa süreli ve yüksek genlikli enerji yükselmeleridir. GSM gürültüsü gibi geniş spektruma yayılmış ya da yere düşen bir nesnenin çıkarmış olduğu ses gibi daha dar spektrumu etkilemiş olabilir. Gürültü azaltmak için hem doğrusal hem de doğrusal olmayan teknikler kullanılır.

Doğrusal Olmayan Gürültüler

Doğrusal olmayan mikrofon, hoparlör ve kanal bozulmalarının neden olduğu gürültüdür.

Sinyalle Bağlantılı Olan Gürültüler

Ana sesle ilişkili yankı ve yankılanmaların neden olduğu gürültülerdir. Gürültü temiz sinyale bağımlı ya da bağımsız olabilir.

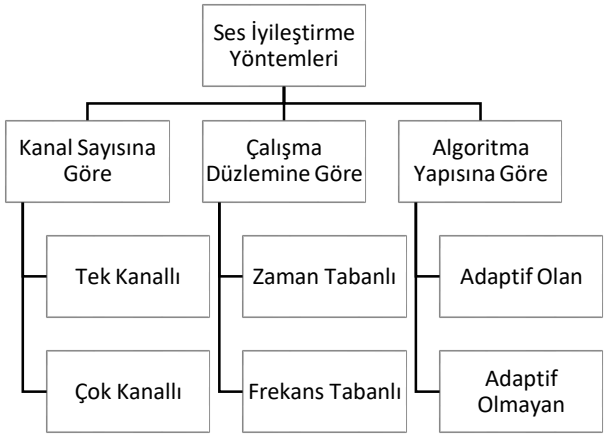
Ses kaynaklarının sayısı, iyileştirme öncesinde üzerinde çalışılan ses hakkındaki bilgi, gürültünün karakteristiğinin zamanla değişip değişmemesi ve gürültünün yapısı ses iyileştirme aşamasında gürültüden arındırılmış sesi elde etme performansında önemli etkenlerdir (Yariv, 1992).

Ses kanallarının sayısı ses iyileştirmede önemli faktörlerden birisidir.

Gürültülü sinyalleri iyileştirmeden önce hangi filtrenin kullanılacağının belirlenebilmesi için gürültü tanımlaması yapılmalıdır. Bunun için gürültülerin, sinyal değerlerinin birbirinden ne derece farklı olduğunu belirten standart sapma değeri (STD), belirli frekans aralığında harmonik olmayan enerjinin harmonik enerjiye oranı olan gürültü harmonik oranı (NHR) ve düşük frekanslarda ortaya çıkan, yüksek frekanslarda genliğinde azalma olan sinyallerin diğer sinyallerden ayırt edilmesini sağlayan alçak geçirgenlik değeri (AG) parametreleri değerlendirilebilir. Tanımlama ardından iyileştirme işlemi için gerekli olan filtre belirlenmiş olur. Frekans bölgesinde gürültünün yoğunlaştığı yere göre filtrenin kesim frekansı belirlenir.

İyileştirmenin ne derece kaliteli yapılıp yapılmadığı ortalama yargı değeri (MOS) ve sinyal gürültü oranı (SNR) ile tespit edilir. MOS öznel, SNR ise nesnel bir yöntemdir. Ancak SNR (Signal to Noise Ratio) temiz sinyalin gürültü sinyalin enerjisine oranı olduğu için ve kayıt iyileştirme işlemlerinde hâlihazırda temiz ses bulunmadığından dolayı kalite MOS (Mean Opinion Score) değeri ile belirlenir.

Ses iyileştirme yöntemlerini aşağıdaki şekilde sınıflandırabiliriz (Gong, 1995).



Şekil 2: Ses İyileştirme Yöntemleri

Adli vakalarda en çok karşılaşılan örnekler genellikle ikinci bir kanalın olmadığı tek kanallı sistemlerden kayıt edilen ses kayıtlarıdır. Tek kanallı sistemlerde gürültüden etkilenmeden önceki temiz ses işlenmediğinden yani referans sinyal olmadığından dolayı performansı sınırlıdır. İyileştirilmesi aşamasında ana ses sinyali kayba uğrayacağı için anlaşılabilirlik ve sesin kalitesi arasında bir denge vardır (Boll, 1979).

Ses iyileştirme sistemleri

Tek kanallı iyileştirme sistemleri dört kategoride ele alınabilir (Bhatnagar, 2002).

I. Gürültü veya ana sesin periyodikliğini kullanarak gürültünün azaltılması
II. Model tabanlı ses iyileştirme
III. Kısa süreli spektral genlik tahmini tabanlı ses iyileştirme
IV. Algısal ölçütlere dayalı iyileştirme

Gürültü veya Sesin Periyodik Özelliğinin Kullanılarak İyileştirme

Tek kanallı iyileştirme sistemlerinden periyodik özelliği kullanan bu sistemler temel frekansa karşılık gelen periyot ile sesin dalga biçimlerinin yarı periyodik yapı göstermesini kullanır. Konuşma periyodik özelliklere sahiptir ve bu özelliklerden yararlanmak için tarak filtreden faydalanılır. Bu filtre gürültünün ilave ve kısa süreli durağan olduğunu varsayar. Zaman alanında birkaç periyot boyunca sinyal dalgalarının ortalamalarının alınmasına yönelik bir işlemdir. Yarı periyodiklik nedeniyle yüksek harmonikli spektral tepe noktalarını daha geniş ve düşük hale gelmesini sağlar. Bu teknik gürültü oranını iyileştirdiği gibi ana sesin anlaşılabilirliğini de etkiler.

Konuşmacı ayırımı gerektiren veya arka plan gürültüsünü temizlemek için faydalanılabilir.

Model Tabanlı Ses İyileştirme

Genellikle gürültü ana ses sinyali ile bağımlıdır. Bu durumda gürültünün karakteristiği ve ana ses sinyalinin karakteristiği belirlenerek ana sesten belirlenen gürültünün temizlenmesi şeklinde ses sinyalini temizlemek zorlaşır. Gürültü ve ses sinyali ilişkili olduğunda istatistikler kullanılarak bir yapı modellenir ve bu model ile gürültü ana sesten temizlenir.

Kısa Süreli Spektral Genlik Tabanlı Ses İyileştirme

Temiz sinyal ile ilişkilendirilen spektral genliği tahmin etmek hem genlik hem de fazını etmekten daha kolaydır. Konuşma anlaşılırlığı ve kalite temel alındığında kısa süreli spektral genlik faza göre daha önemlidir. Spektral çıkarma genellikle konuşma duraklamaları sırasında bir gürültü tahmini çıkarılmasına dayanan yöntemdir. Ses ve gürültünün ilişkisiz olduğu öngörülür.

Algısal Ölçülere Dayalı İyileştirme

Ses sinyalinin algılanması çeşitli fizyolojik ve psikolojik etkilerin sonucudur. Anlaşılabilirliğin insan algısı üzerinde güçlü bir ilişkisi vardır. Ses iyileştirmede insan kulağının özelliklerinden faydalanılarak bir model oluşturulur ve gürültü bastırma kurallarına işitsel maskeleme etkileri dâhil edilir. Kısacası algısal ölçülere dayanan spektral çıkarmaya yönelik tekniktir.

Adli görüntü incelemeleri

Görüntü kayıt cihazları da gelişen teknolojiye uyum sağlamış ve geleneksel yöntemlerden dijital kayıt cihazları ile dijital fotoğrafçılığa geçiş yapılmıştır. Dijital fotoğrafların yaygınlaşmasıyla görüntü işleme ve düzenleme araçları da gelişmiştir.

Adli görüntü, bilgisayar, elektronik, hukuk, tıp, güzel sanatlar, antropoloji, dil bilimi ve daha fazla bilim dalları ile birlikte değerlendirilir.

Görüntüler bir olayı açığa çıkarabilecek en etkili delil türü sayılabildiği için adli bilişimdeki yeri de önemlidir. Dijital delillerden görüntünün incelenmesi adli bilişim kapsamında amaca yönelik teşhis ve tespitin yapılabilmesini sağlar. Bunun için dijital görüntünün mahkemeye sunulmasında delil niteliği ihtiva etmesi için belirli sıralamaya uyulması ve tek tek bunların ispat edilmesi gerekmektedir. Bunlar, öncelikle orjinal görüntülerinin bütünlüğünün korunmasının ispat edilmesi, görüntülere uygulanan filtreler sonrası elde edilen sayısal görüntülerin ayrı ayrı mahkemeye sunulması sonrasında ise iyileştirme ve diğer amaçlarla görüntüler üzerinde uygulanan filtrelerin doğru ve güvenilirliğinin ispat edilmesidir.

Adli görüntü incelemenin daha çok üzerinde durduğu alanları beşe ayırabiliriz.

I. Steganografi

II. Olay kurgusunun açığa çıkarılması

III. Görüntü karşılaştırma

IV. Manipülasyon tespiti

V. Görüntü zenginleştirme ve onarma

Steganografi

Eski Yunanca'da "gizlenmiş yazı" anlamına gelmektedir. İletişimde alıcı ve verici dışında üçüncü bir şahsın bilgiye ulaşması engellenir. Şifrelemeden en büyük farkı ve avantajı üçüncü şahsın gördüğü görüntüde gizli bir verinin var olduğunu fark edememesidir.

Gizli veri olduğu düşünülen dijital görüntü analizine steganalysis denir. Sayısal görüntü işleme tekniklerinden yararlanılarak gizli veri dekript edilir. Bunun yanında watemark (filigran) analizi ile görüntü kaydı (fotoğraf, video) üzerinde herhangi bir oynama yapılıp yapılmadığını, watermark bilgisinin değiştirilip değiştirilmediği incelenir.

Olay kurgusunun açığa çıkarılması

İnceleme konusu olan video görüntülerinde herhangi bir kurgu çalışmasının yapılıp yapılmadığının tespiti, eğer yapılmış ise sahnelerin kronolojik sıralamasının yapılması ile olay kurgusunun elde edilmesidir. Olay öncesinden başlanarak olay anı ve olay sonrasında istenilen zamana kadar olayı görüntüleyen kameralardan alınan görüntülerin sıralaması yapılarak analiz edilir.

Görüntü karşılaştırma

Nesne, mekân ve şahıs karşılaştırmadır. Görüntüler içerisinde şüphe barındırdığından dolayı karşılaştırılması istenilen nesne, mekân ya da özellikle şahısların mukayese fotoğraflar arasında morfolojik, antropolojik veya ayırt edici yönlere ait farklı ölçümler ile karşılaştırılmasıdır. Ölçümler sonucunda benzerlik ya da farklılık gösteren yerler belirtilerek prosedüre uygun olarak raporlanır.

Manipülasyon tespiti

Görüntü kayıtları üzerinde ticari yazılımlar aracılığı ile montaj, kurgu vb. şekilde görüntünün anlam bütünlüğünün değiştirilip değiştirilmediğinin incelemesidir. Görüntünün hangi makine ile ne zaman çekildiği, değişiklik yapıldı ise hangi düzenleme araçları ile yapıldığını

gösteren exif (exchangeable image file format), pixel yoğunluğuna dayanan ela (error level analysis) ve fotoğraflardaki pixel sıkıştırma değerine dayanan quantization analizleri yapılır.

Görüntü zenginleştirme ve onarma

Sayısal görüntü işleme teknikleri kullanılarak görüntüler amaca yönelik şekilde teşhis ve tespitin sağlanması, ayırt edilmesi zor ayrıntıların anlaşılması için delil olabilecek kısımlarda bulanıklığın düzeltilmesi, gürültünün giderilmesi, parlaklık ve kontrastın ayarlanması gibi çalışmaları kapsamaktadır.

Görüntü iyileştirmede MatLab, Phyton gibi diller ya da bu diller aracılığı ile geliştirilen yazılımlardan faydalanılır.

Görüntüdeki kalite kaybı gürültüden kaynaklanır. Gürültü, çekim esnasındaki hareket veya atmosferik kararsızlık sebepli veya çekim açısında yanlış ışık etkisinden kaynaklı bulanıklaşma, çekim cihazındaki lenslerden kaynaklı geometrik bozulma ve elektrik parazitlerinden, elektronik kaynaklardan gelen bozulmalar olabilir. Görüntü kalitesini etkileyen etkenler, karlı görüntü, aşırı keskinlik, bulanıklık, aşırı parlaklık, aşırı karanlık, solukluk ve renk kaymaları olabilir.

Görüntülerdeki gürültüyü altıya ayırabiliriz (Kaur & Singh, 2014).

I. Gauss (Gaussian) gürültüsü
II. Dürtü (Impulse) gürültü
III. Gamma (Erlang) gürültüsü
IV. Üstel (Exponantial) gürültü
V. Tek biçimli (Uniform) gürültü
VI. Rayleigh gürültüsü

Gauss Gürültüsü

En sık meydana gelen gürültü çeşididir. Görüntüdeki ışık yetersizliği, yüksek sıcaklık veya elektronik devre gürültüsünden kaynaklı ortaya çıkar. Özetle sinyaldeki rasgele bozulma ve dalgalanmalardan kaynaklanır.

Dürtü Gürültüsü

En çok karşılaşılan diğer bir gürültüdür. Tuz ve biber gürültüsü olarak da bilinir. Tuz görüntüde beyaz noktaların saçılması, biber siyah noktaların saçılmasıdır. Görüntü elde etme ya da iletimi sırasında meydana gelen sinyal bozulmalarından oluşur. Bunlar kameranın algılayıcılarındaki piksel elemanlarının çalışmalarındaki bozukluk, hatalı bellek bölgelerinden ya da sayısallaştırma sürecindeki zamanlama hatalarından kaynaklıdır.

Gama Gürültüsü

Lazere monte edilmiş sensörler yardımı ile üç boyutlu görüntüler elde etmek olan lazer görüntülemeyi etkileyen bir gürültü çeşididir. Erlang gürültüsü olarak da bilinir.

Üstel Gürültü

En sık üç boyutlu görüntüleri yakalama işlemi olan lazer görüntülemede ortaya çıkar. Gama gürültüsü fonksiyonunun özel bir halidir.

Tek Biçimli Gürültü

Niceleme gürültüsü olarak da adlandırılır. Analog görüntüyü dijital görüntüye çevirme işleminde ortaya çıkar.

Rayleigh Gürültü

İki boyutlu menzilli görüntülemelerde ortaya çıkar. Görüntü mesafeye karşılık gelen piksel değerlerine sahiptir. Rayleigh gürültü kanalı insan vücudunun tıbbi görüntülemelerinden oluşan manyetik rezonans görüntülemede (MR) bulunur.

Görüntü iyileştirme teknikleri

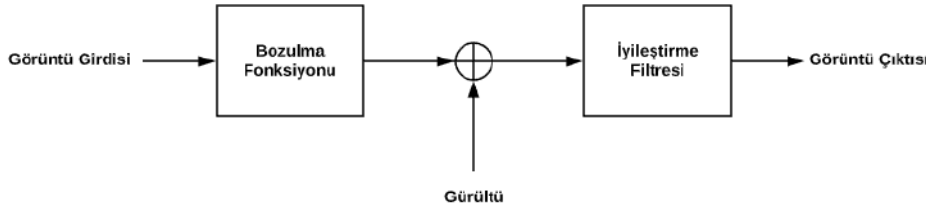
Görüntü iyileştirmenin iki tekniği vardır (Senthilsevi & Sukumar, 2014).

I. Mekânsal (Uzamsal) alan teknikleri

Bu tekniklerinde görüntünün direk pikselleri ile ilgilenilir. İstenilen çıktı elde edilinceye kadar piksellerde çalışılır. Ucuz, etkili ve az kaynak gerektirir

II. Frekans alanı teknikleri

Frekans alan tekniğinde mekânsal alandan farklı olarak pikselle değil görüntünün yoğunluklarında çalışılır. Uzamsal alanda basit bir maske bulunmazsa frekans alan tercih edilir.



Şekil 3: İyileştirme Süreç Modeli (Senthilsevi & Sukumar, 2014)

Görüntüyü çekerken ya da iletimi sırasında gauss, tuz ve biber, benek gibi gürültüler oluşabilir. Bu gürültüleri temizlemek için ise çeşitli filtrelerden faydalanılabilir. Görüntü iyileştirmede çeşitli filtre teknikleri de kullanılır. Bu filtrelerden kısaca bahsetmek gerekirse;

Uyarlanabilir Filtre: Adaptif filtre olarak da bilinen bu filtreler gri ton değerine göre özellik değiştirebilen filtre çeşididir. Bu görüntülerin kalitesini artırmak için enterpolasyon yöntemi kullanılır. Enterpolasyon bilinmeyen bir fonksiyonun bilenen değişken değer setlerini kullanarak bilinen bir fonksiyon elde etme yöntemidir. Bu yöntem ile görüntünün yoğunluk değerleri ve görüntünün parlaklığı artırılır (Sharumathi & Priyadharsini, 2016)

Mean Filtre: Ortalama filtre de denir. Görüntü üzerinde gezen NxN kayan pencere tekniği kullanarak ortalama bir değer bulmaya çalışır ve bu değeri işlerler. Bu filtre gürültü etkilerini iyileştirirken görüntüyü de bulanıklaştırır. Maske boyutu büyüdükçe bulanıklaşma oranı artar.

Median Filtre: Ortaca filtre de denir. Bu filtrede görüntünün piksel değerleri sıralanır ve medyan değeri hesaplanır. Ardından bozuk pikseller bu medyan değeri ile değiştirilir. Tuz ve biber gürültüsünü yok etmek için çok uygundur. En az detay kaybı ile çalışır.

Homomorfik Filtre: Frekans alanında uygun olmayan ışık koşullarını düzenleyerek görüntüyü keskinleştirmeye yardımcı olan filtredir.

Anizotropik Filtre: Görüntüdeki homojen alanlar kenarlar korunarak düzeltilir ve görüntü özellikleri basitleştirilir. Homomorfik filtre aracılığıyla büyütülen yapay parçalar iyileştirilir.

Band Durduran Filtre: Belirlenen alt ve üst sınırlar içinde kalan frekansları engelleyen bu sınırlar dışındaki frekanslara etki etmeyen filtredir. Periyodik gürültüleri yok etmek için kullanılır.

Çentik Filtre: Çentik filtreler seçilmiş satır ve sütundaki pikselleri 0 yaparak görüntü kalitesini artırmaya çalışır.

Wiener Filtre: Optimizasyona elverişli uyarlanabilir bir filtredir. Görüntüde ani geçişlerin olduğu yumuşatma işlemini azaltır ve keskinleştirilmesini sağlayarak görüntüyü iyileştirir.

Bu çalışmada yukarıda bahsedilen filtre türlerinden median, mean, wiener filtrelerinin gauss, tuz&biber ve blur gürültülerdeki etkisi araştırılmıştır.

YÖNTEM

Görüntünün elde edilmesi sırasında uygun olmayan algılayıcılar, çevresel faktörler, görüntünün elektriksel işaretlere çevrilmesi, örneklenmesi, görüntünün iletimi, sıkıştırılması süreçlerinde istenmeyen sinyal olan gürültü de görüntüye eklenmeye başlar (Gonzales & Woods, 2008).

Araştırmada, MATLAB programı kullanılarak iyileştirilmek için dijital görüntülerde en çok karşılaşılan üç tip gürültü üzerinde çalışılmıştır.

- ✓ Tuz&Biber gürültüsü
- ✓ Gauss gürültüsü
- ✓ Motion Blur gürültüsü

Tuz&Biber gürültüsü, görüntü elde etme ya da iletimi sırasında meydana gelen sinyal bozulmalarıdır.

Gauss gürültüsü, sinyaldeki rasgele bozulma ve dalgalanmalardan kaynaklı bozulmalarıdır.

Motion Blur gürültüsü, çekim kalitesinden kaynaklı kenarların net olmadığı, renk geçişlerinin çok yumuşak olduğu bozulmalardır.

MatLab (Matrix Laboratory) bir paket programlama dilidir. Matris esaslı matematik başta olmak üzere matematik alanında kullanılması için Moler tarafından geliştirilmiştir. Görüntüleri iyileştirmek amacıyla ticari olarak üretilmiş birçok yazılım bulunmaktadır. Ancak bu yazılımların kaynak kodlarının hangi yapıda çalıştığını bilemeyiz. Matlab bu noktada bize adli bilişim açısından iyileştirilen görüntüleri hangi matematik

işlemlerin, kodların uygulanarak iyileştirildiğini, uygulanan süzgeçlerin ve sürecin doğruluğunu ispat edebilmemizi sağlar. Bu amaçla araştırma da Matlab programı kullanılmıştır.

Matlab programı kullanılarak dijital görüntü öncelikle rgb2gray fonksiyonu ile siyah beyaz görüntüye dönüştürülmüştür.



Şekil 4: Orijinal görüntü ve rgb2gray fonksiyonu ile elde edilen siyah beyaz görüntü

Elde edilen siyah beyaz görüntüye imnoise fonksiyonu ile tuz&biber gürültüsü ve gauss gürültüsü, fspecial fonksiyonu ile motion blur gürültüsü eklenmiştir.



Şekil 5: Gürültü eklenmiş görüntüler

Gerçekleştirilen çalışmada tuz&biber gürültüsü, gauss gürültüsü, blur gürültüsü eklenen görüntüleri iyileştirmek için mean filtre, median filtre ve wiener filtre kullanılmıştır.

Mean Filtre

Mean filtre yani ortalama filtre görüntüyü yumuşatmada en çok kullanılan filtrelerden birisidir. Bu filtrede her bir pikselin değeri komşuluğundaki piksel değerlerinin ortalaması alınarak değiştirilir. Gürültünün boyutuna göre uygulanan maske, değişim göstermekle beraber genellikle 3x3 maske uygulanır. Maske boyutu büyüdükçe görüntünün bulanıklık seviyesinin arttığı gözlemlenmiştir.

Mean filtrenin iki dezavantajı vardır. İlk olarak görüntünün içinde çok düşük piksel değerine sahip olan gürültüler mevcutsa ortalama değer alınacağı için görüntünün bozulma ihtimali yüksek olacaktır. İkinci olarak da filtre matrisi tüm resmi etkileyeceğinden belirgin kenarlar ve detaylar bulanıklaşacaktır.

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

Şekil 6: 3x3'lük Mean filtreleme maskesi

Median Filtre

Median filtre doğrusal olmayan bir filtre olup mean filtrenin sahip olduğu dezavantajlara sahip olmayan bir filtredir. Bu filtre 3x3 lük bir maskenin oluşturduğu görüntünün piksellerini büyükten küçüğe sıralayarak ortanca değerdeki pikselin değerini alır. Bu şekilde kenarlardaki belirginlik daha az kaybolacaktır. Gürültünün oranı büyüdükçe median filtrenin etkisi artar. Median filtre, tuz&biber, benek ve dürtü gürültülerini azaltmak için kullanılan etkili bir filtredir.

52	68	50
54	255	46
61	35	76

35	46	50	52	54	61	68	76	255

Şekil 7: 3x3'lük Median filtreleme maskesi çalışma prensibi

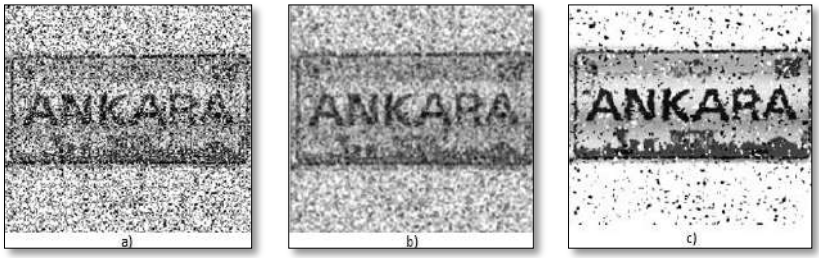
Wiener Filtre

Görüntü elde etme esnasında cihazın kalitesinden ya da hareketinden kaynaklı odak noktasının kayması ile oluşan bulanık gürültünün giderilmesinde kullanılan filtre modelidir. Görüntüde optimum düzeyde netleştirme sağlayarak gürültüyü iyileştirir. En uygun sonuç için ideal görüntü hakkında bilgi edinilmesi gereklidir. Görüntü iyileştirmede önemli olan ortalama karesel hata (MSE) değeri açısından en iyi sonucu veren filtredir.

Matlab programı aracılığı ile görüntüye eklenen gürültüler mean, median ve wiener filtreleri ile iyileştirilmiş, elde edilen sonuçlar bulgular bölümünde açıklanmıştır.

BULGULAR

Tuz&biber gürültüsü eklenmiş dijital görüntünün mean ve median filtrelerle elde edilen sonuçları Şekil 8'de gösterilmektedir. Şekil 8a yüzde elli oranında tuz&biber gürültüsü içeren görüntü, Şekil 8b bu gürültülü görüntünün mean filtre uygulanmış hali, Şekil 8c'de ise gürültülü görüntünün median filtre uygulanmış hali karşılaştırılmıştır.



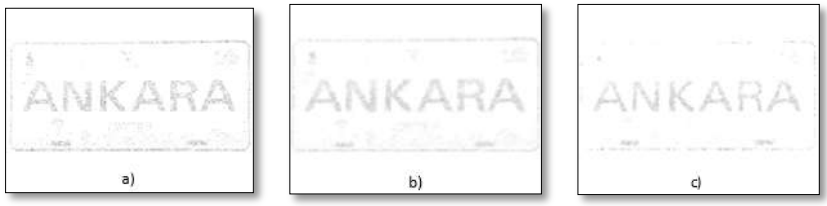
Şekil 8: a) %50 oranında tuz&biber eklenmiş gürültülü görüntü

b) Mean filtre ile iyileştirilmiş görüntü c) Median filtre ile filtrelenmiş görüntü

	Mean Filtre	**Median Filtre**
PSNR (Peak signal-to-noise ratio)	11,866	12,958
MSE (mean squared error)	4231,661	3290,416
IEF (image enhancement factor)	3,164	3,950

Şekil 9: Tuz&biber gürültüsü için mean ve median filtrelerin PSNR, MSE ve IEF oranları

Aynı şekilde gauss gürültüsü eklenmiş dijital görüntünün de mean ve median filtrelerle elde edilen sonuçları Şekil 10'da gösterilmektedir. Şekil 10a yüzde seksen oranında gauss gürültüsü içeren görüntüyü gösterirken Şekil 10b bu görüntünün mean filtre uygulanmış halini, Şekil 10c ise görüntünün median filtre uygulanmış halini göstermektedir.



Şekil 10: a) %80 oranında gauss eklenmiş gürültülü görüntü

b) Mean filtre ile iyileştirilmiş görüntü c) Median filtre ile filtrelenmiş görüntü

	Mean Filtre	**Median Filtre**
PSNR (Peak signal-to-noise ratio)	9,523	9,356
MSE (mean squared error)	7257,943	7542,715
IEF (image enhancement factor)	0,987	0,950

Şekil 11: Gauss gürültüsü için mean ve median filtrelerin PSNR, MSE ve IEF oranları

Motion blur gürültüsü eklenmiş dijital görüntüye uygulanan wiener filtre ile elde edilen sonuç Şekil 12'da gösterilmektedir.



Şekil 12: a) Motion blur eklenmiş gürültülü görüntü

b) Wiener filtre ile iyileştirilmiş görüntü

	Wiener Filtre
PSNR (Peak signal-to-noise ratio)	29,565
MSE (mean squared error)	71,883
IEF (image enhancement factor)	16,170

Şekil 13: Motion blur gürültüsü için wiener filtresinin PSNR, MSE ve IEF oranları

Yüksek PSNR değeri görüntü kalitesini belirler. Buna göre veriler incelendiğinde tuz&biber gürültüsü için median filtre en iyi sonucu vermiştir. Gauss gürültüsü için ise mean filtre en iyi sonucu vermiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Suç insanoğlunun var olduğu andan beri varlığını sürdürmüş sosyolojik, kriminolojik, hukuki bir sorundur. Hayatımızda birçok alanı etkileyen gelişen teknoloji suçun işlenme yöntemini, suç işlerken kullanılan araçları veya suçun tespitinde delil niteliği taşıyan olguları da etkilemektedir. Suç unsurunda bilişimden izler olduğu gibi tamamen bilişim üzerinden işlenmiş suç da olabilir.

Bilişim aygıtlarından elde edilen delillere dijital delil adı verilir.

Adli Bilişim bilimi, suçun bilimsel metot ve hukuki prosedürlerle suçun-suçlunun tespiti ile teşhisi için dijital delillerin bozulmadan anlaşılabilir bir şekilde adalet önüne sunulmasıdır. Ceza yargılamasında tartışılan ve karışıklığa neden olan dijital delil genellikle ses ve görüntü kayıtlarıdır. Görüntü ve ses kayıtları uzman kişiler tarafından incelenmediği takdirde suçun/suçlunun teşhisi ve tespitini manipüle edebilir.

Adli ses ve görüntü kaydı incelemelerinde en çok başvurulan vakalar, cinayet, taciz olayları, dolandırıcılık, kayıp vakaları, hırsızlık, şantaj, kaza olarak belirtebiliriz. Örnekleri çoğaltmak ve detaylandırmak mümkündür.

Gürültü de ses ve görüntü kayıtlarında kayıtların kalitesini düşüren ve delil olabilecek detayları manipüle eden kayıtların üzerindeki istenmeyen sinyallerdir.

Bu çalışmada da, delil ihtiva eden sayısal verilerden görüntüyü en çok etkileyen tuz&biber, gauss ve motion blur gürültülerinin MatLab programı aracılığı ile median, mean, wiener olmak üzere üç farklı filtre ile iyileştirilmesi incelenmiştir. İyileştirme sonuçlarına göre PSNR, MSE ve IEF verileri karşılaştırıldığında tuz&biber gürültüsünde en iyi sonucu median filtrenin vermiş olduğu, buna karşılık gauss gürültüsünde mean filtrenin başarılı sonuç vermiş olduğu görülmektedir.

Wiener filtresi ise keskinlik artırdığı için tuz biber ve gauss gürültüsü barındıran görüntülerin gürültü derecelerini daha çok artırmış, blur gürültü barındıran görüntünün iyileştirilmesinde daha başarılı sonuç vermiştir.

Gün geçtikçe gelişen görüntü teknolojisi, beraberinde gelen görüntü hatalarından dolayı adli bilim alanında delil niteliği ihtiva eden dijital görüntülerin iyileştirilmesi ve adli mecralarda esas delil unsuru olarak kullanılabilmesi için bu alanda daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Sonraki çalışmalarda farklı gürültüler içeren görüntüler için metodun başarısı tekrar değerlendirilebilir ya da farklı filtre kombinasyonları ile gürültülerin iyileştirilme oranları kıyaslanabilir.

KAYNAKLAR

Bhatnagar, M. (2002). A Modified Spectral Subtraction Method Combined With Perceptual Weighting For Speech Enhancment. *A Modified Spectral Subtraction Method Combined With Perceptual Weighting For Speech Enhancment*. The University Of Texas at Dallas.

Boll, S. (1979). Suppression of Acoustic Noise in Speech Using Spectral Subtraction. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing*, 113-120.

Carroll, O., Brannon, S., & Song, T. (2008). Computer Forensics: Digital ForensicAnalysis Methodology. *Computer Forensics*, 1-9.

Ekizer, A. (2014). *Adli Bilişim (Computer Forensic)*. Ekizer.Net Adli Bilişim: ekizer.net/adli-bilisim-computer-forensics/ adresinden alındı

Gong, Y. (1995). Speech recognition in noisy environments: A survey. *Speech Communication*, 261-291.

Gonzales, R., & Woods, R. (2008). *Digital Image Processing 3th*. Pearson Education.

Kaur, R., & Singh, N. (2014). Image Restoration -A Survey. *IOSR Journal of Computer Engineering*, 107-111.

Koenig, B. (1988). Enhancement of Forensic Audio Recordings. *Journal of the Audio Engineering Society*.

Korkmaz, Y., & Boyacı, A. (2018). Adli Bilişim Açısından Ses İncelemeleri. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 329-343.

Özkaya, A. (1994). Gürültülü Konusma Sinyalinin Gürültüsünün Yok Edilmesi. *Gürültülü Konusma Sinyalinin Gürültüsünün Yok Edilmesi*. Ankara: Ankara Üniversitesi.

Senthilsevi, A., & Sukumar, R. (2014). A Survey on Image Restoration Techniques. *International Journal of Emerging Engineering Research and Technology*, 123-128.

Sharumathi, K., & Priyadharsini, R. (2016). A Survey on Various Image Enhancement Techniques For Underwater Acoustic Images. *International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques*, 2930-2933.

Yariv, E. (1992). Statistical-Model Based Speech Enhancement Systems. *Proceedings of the IEEE*, 1526-1555.

Yüksek, A. (2006). Adli Ses Kayıtlarının Süzgeç Tasarımı İle İyileştirilmesi. *Adli Ses Kayıtlarının Süzgeç Tasarımı İle İyileştirilmesi*. Ankara: Ankara Üniversitesi.

COMPUTER ENGINEERING
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

KAMU KURUMLARININ ANDROID UYGULAMALARININ GÜVENLİK ZAFİYETLERİNİN İNCELENMESİ

Kaya Emre Cibalık[1] & Cemal Koçak[2]
[1] Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Adli Bilişim Ana Bilim Dalı, Ankara-Türkiye, kayaemre.cibalik@gazi.edu.tr
[2] (Dr.);Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ankara-Türkiye, ccckocak@gazi.edu.tr

Öz: Teknolojinin hızla gelişmesi ile birlikte akıllı telefonlar, akıllı tv, akıllı saatler, akıllı ev aletleri, IoT(Internet of Things) cihazları gibi akıllı cihazlar giderek kullanımı daha pratik hale geldi ve günümüz dünyasında önemli bir rol oynamaya başladı. Android, iOS, Windows gibi işletim sistemleri akıllı cihazlar için bir işletim sistemi ortamı sunuyor. Google tarafından geliştirilen ve Linux tabanlı bir açık kaynak kodlu işletim sistemi olan Android, akıllı cihazlarda dünya çapında en popüler işletim sistemi haline gelmiştir. Android, IoT cihazları için de işletim sistemi platformu sağlamaktadır. Artık insanlar birçok durumda akıllı telefonlarından mobil uygulamaları kullanarak işlerini halledebilmekte ve sosyal medya uygulamalarına ulaşabilmektedir. Bu yöndeki gelişmeler insanlara büyük kolaylıklar getirmesiyle birlikte, güvenlik ve gizlilik konularında ciddi sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'deki kamu kurumlarının vatandaşa hizmet veren Android uygulamaları seçilerek, OWASP (Open Web Application Security Project)'in mobil uygulamalar için belirlediği en kritik 10 zafiyetine göre deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Test edilecek zafiyetlerin tespiti için iki farklı açık kaynak kodlu araç kullanılmıştır. Testi gerçekleştirilen uygulamaların sonuçları kullanılan araçlarla karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda mobil uygulama geliştiricilerin ve kamu kurumların mobil uygulamalarındaki güvenlik açıklarının farkındalığını arttıracağı yönünde anlamlı hale getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Android, Uygulama Güvenliği, Zafiyet Analizi, Mobil İşletim Sistemleri

GİRİŞ

Son yıllarda, akıllı telefonların yaygın kullanılmaya başlamasıyla birlikte, günlük hayatta birçok mobil uygulama da hayatımıza girmiş oldu. Bu gelişmelerle birlikte, artık mobil cihazlar, geleneksel masa üstü bilgisayarların yerini almıştır. Mobil uygulama pazarında en yaygın olarak kullanılan mobil işletim sistemi 2019 yılı itibariyle %76,08 oranla Android İşletim Sistemidir (Arne Holst, 2019). Bu durumdan yola çıkarak,

piyasadaki cihazların büyük bir bölümünün Android kullandığı otaya çıkmaktadır. Android platformunda uygulama geliştirmek, iOS platformuna göre daha kolay ve platformun açık kaynak olmasından dolayı daha çok tercih edilmektedir. Bu durum Android platformunda yazılım geliştirmeyi daha cazip bir hale getirmektedir. Saldırgan gözüyle de duruma bakıldığında, Android üzerinde veya uygulamalarında bulunan zafiyetler daha çok cihazı etkileyeceği değerlendirilmesi olasıdır. Zafiyetler, uygulama geliştiricisinin uygulamasına bakış açısı ve uygulamaya ne kadar önem verdiğiyle doğru orantılı bir şekilde meydana gelmektedir. Uygulamanın sadece esas amacına mı hizmet edeceği yoksa bu amaca hizmet ederken güvenlik önlemlerinin de alınmış olup olmadığı durumu önemlidir. Çünkü güvenlik endişesi olmadan geliştirilen uygulamalar hem itibar hem veri kaybına sebep olabilmektedir. Güvenlik zafiyetleri, uygulamanın son kullanıcısının verisinin korunmasını ve uygulamanın sunduğu hassas verilerin mahremiyeti üzerinde tehlike oluşturmaktadır.

Literatürde yapılan benzer çalışmalar bulunmaktadır. İlgili çalışmada (Shezan, F.H., Afroze, S. F., Iqbal A.,, 2017), Bangladeş hükümeti, yerel uygulama mağazasına (EATL- Ethics Advanced Technology Ltd.) mobil uygulama geliştirmesi için geliştiricileri teşvik kampanyaları düzenlemiş. Bu kapsamda, kısa sürede birçok uygulama geliştirilmiş ve ilgili 3. parti uygulama marketine yeni uygulamalar kazandırılmış. Çalışmada seçilen 29 uygulamada 8 yaygın zafiyetin taranması ve bunların detaylı sonuçları konusunda deneysel bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada yapılan testler, Depolama erişimindeki Zafiyet, Webview' deki atak, Android SQLite Veri tabanı şifrelenmesi, Reklam Modülü Analizi, Eski API sürümü testi ve Hassas API, SMS ve Telefon aramalarının izlenmesi, Android Debug modundaki ataklar olarak 8 kategoride zafiyet taranmıştır. Uygulamaların statik ve dinamik analizlerinde bazı açık kaynak araçlar kullanılmıştır. Bu araçlar, Androbugs, SandDroid ve Qark'tır. Her bir araç sonucunda bulunan açıklıklar tablo halinde gösterilmiştir. Yapılan çalışmanın sonuç kısmında verilen bilgilere göre, Webview açıklığının taranan birçok uygulamada bulunduğu, Reklam ve Depolama erişimi açıklığının ise diğer yüksek oranlı bulunan zafiyetler olarak listelendiği belirtilmiştir. İlgili çalışmasında (Umansakar, 2017), Android işletim sisteminde çalışan uygulamalarda bulunan zafiyetlerin testi gerçekleştirilmiştir. Bu zafiyetleri tespit etmek için, bir iskelet oluşturulup, Android işletim sistemindeki ve uygulamalardaki zafiyetler ve zararlı uygulamaların tespiti yapılmıştır. Bu iskelet, OWASP Droid Fusion aracı ile oluşturulmuş, NVD (Ulusal Zafiyet Veri Tabanı) ve OWASP Mobile Top10' da ki yönergeler kullanılmış. Çalışma sonucunda birçok zafiyet tespit edilmiş ve OWASP Top10'a göre listelenmiştir. Çalışmanın amacı, zafiyetlerin tespiti ve tespit

yöntemlerinin geliştirilmesi konusunda öneriler sunmak olarak belirtilmiş. Önerilen iskelet üç bölümden oluşmakta; statik analiz, zafiyet analizi ve dinamik analiz. Statik analizde elde edilen bulgular ışığında, eğer zararlı bir aktivite gözlenirse dinamik analiz araçlarına test etmek ve onaylamak için girdi olarak tespit edilen uygulamalar verilmektedir. Çalışma sonucunda tespit edilen zafiyetler OWASP En kritik 10 listesine göre listelenmiştir. Android uygulamalarındaki gizlilik zafiyeti analizi konusunda yapılan çalışmada (Argudo, A., López, G., Sánchez, F.,, 2017), test için bir yöntem önerilmiştir. Bu yöntem, OWASP Mobil Güvenlik Projesi ile Açık Kaynak Android Güvenlik Değerlendirme Metodolojisi (OASAM)'nin birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Önerilen yöntem, bilgi toplama, giriş ve şifreleme, bilgi transferi ve Android uygulama test edilmesi adımlarını içermektedir. Deneysel çalışma, Ekvador Cumhuriyeti'ndeki kamu kurumlarının uygulamalarının test edilmesini kapsamaktadır. Test aşamasında, Apk Extractor, AndroBugs, Sandroid ve Drozer araçları kullanılmıştır. Mobil bankacılık uygulamalarının Mitm (Man-in-the-Middle - Ortadaki adam) saldırılarına karşı zafiyet analizi çalışması (Kaka, S., Sastry, V. N., Maiti, R. R.,, 2017), Hindistan'daki 19 mobil bankacılık uygulamasının Mitm saldırısına karşı zafiyeti olup olmadığının kontrol edilmesi üzerine yapılmıştır. Uygulamaların %90'ının bu zafiyete karşı açık olduğu tespit edilmiştir. Sonuç kısmında, zafiyeti olan uygulamaların SSL (Güvenli Soket Katmanı) sürümünün zafiyetinden kaynaklandığı ve güncel SSL sürümünün kullanılması durumunda güvenlik zafiyetinin ortadan kalkacağı belirtilmiştir. Android'de SSL/TLS(Taşıma Katmanı güvenliği) yapılandırma hatalarının ve uygulama geliştiricilerin bu hataları nasıl önleyebileceğine dair kapsamlı bir çalışma (Wei, X., Wolf, M.,, 2017) gerçekleştirilmiştir. Android uygulamalarındaki yetki yükseltme ve uygulamaların ön tanımlı istediği izinlerin dışına çıkılması durumu saldırılarının tespiti üzerine yapılan çalışmada (Patrick P.F.Chan; Lucas C.K. Hui; S.M. Yiu, 2011), önerilen zafiyet kontrol sistemi, uygulamanın yetki yükseltme davranışları gösterip göstermediğini kontrol etmektedir. Çalışmada, 1038 uygulama indirilip test edilmiş ve 217 uygulamada ilgili zafiyetin olduğu tespit edilmiştir. Javascript ataklarına karşı statik analiz aracı geliştirilen çalışmada (Mandal, A. K., Cortesi, A., Ferrara, P., Panarotto, F., Spoto, F., 2018), Android bilgi-eğlence uygulamalarının Javascript web atağına karşı zafiyeti test edilmiştir. Test edilen uygulamaların %80'inde bazı uyarı durumları oluştuğu, %25'inin ise javascript ataklarına karşı açık olduğu tespit edilmiş. Çalışmada sadece Java bit kodları üzerinden analiz edilen bir sistem önerilmiştir. PendingIntents (Bekleyen Aktivite arası geçiş isteği) durumlarındaki zafiyeti inceleyen çalışmada (Groß, S., Tiwari, A., & Hammer, C., 2018), PIAnalyzer adında bir araç geliştirilmiş. PendingIntents zafiyetinin tespitini verimli bir şekilde gerçekleştirip,

uygulamanın çalışma süresi de bir test için 13 saniye olarak ölçülmüş. Intent zafiyeti konusunda, Vandroid isimli aracın önerildiği (Nirumand, 2019) çalışmada, aldatıcı Intent ve yetkisiz Intent alıcı durumlarını inceleyen MDRE (model sürücülü tersine mühendislik) tabanlı bir çalışma gerçekleştirilmiş. Seçilen uygulamalar resmi uygulama mağazasından ve F-Droid isimli başka bir mağazadan alınmıştır. Android uygulamalarını otomatize bir şekilde statik ve dinamik analiz edebilen AndroShield isimli aracın geliştirildiği çalışmada (Amin, A., Eldessouki, A., Magdy, M. T., Abdeen, N., Hindy, H., & Hegazy, I., 2019), diğer çalışmalardan farklı olarak güvenli olmayan ağ isteklerinin tespiti ve Intent çökmesi durumlarındaki zafiyetlerin tespitini yapılabilen Android 8.0 Oreo platformunda dinamik analiz yapan web tabanlı bir araç geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, Türkiye'deki kamu kurumlarının kullanılan Android uygulamalarının güvenlik zafiyetlerinin testi gerçekleştirilmiştir. Test edilecek kamu kurum uygulamalarının isimleri kurumların zafiyetlerinin ifşa edilmemesi amacıyla çalışmada verilmemiştir. Bunun yerine Uygulama-1 şeklinde isimlendirme kullanılmıştır. Test çalışması statik ve dinamik analiz olarak iki adımda icra edilmiştir. Dinamik analiz aşamasında, Android 9.0 Pie sürümü kullanılarak, statik analiz sürecinde elde edilen bulgular girdi olarak kabul edilip, bu bulguların onay adımı gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma şu şekilde organize edilmiştir. 1. Bölümde, çalışmanın önemi ve literatür taramasına yer verilmiştir. 2. Bölümde, Android işletim sistemi mimari yapısı ve uygulama yapısı hakkında bilgiler verilmiştir. 3. Bölümde, çalışmanın yöntemi, yapılacak test çalışmasında kullanılan araçlar ve test edilecek güvenlik zafiyetleri hakkında bilgiler verilmiştir. 4. Bölümde, yapılan test çalışmasının sonuçları ve analiz adımları ele alınmıştır. 5. Bölümde ise sonuçlar ve öneriler kısmı bulunmaktadır.

ANDROID İŞLETİM SİSTEMİ MİMARİ YAPISI

Android işletim sistemi Google tarafından geliştirilen ve sürdürülen bir işletim sistemidir. Android Linux çekirdeğinin üzerine yazılmış, orta katmanda ise bazı kütüphaneler, C dilinde yazılmış API (Application Programming Interface – Uygulama Programlama Ara yüzü)'ler vardır. Java uyumlu kütüphaneler içeren uygulama çatısında uygulama yazılımları çalışır. Android kaynak kodu Google tarafından yayınlanan ve geliştirilen açık kaynak kodlu bir işletim sistemidir.

Android mimarisine baktığımızda Figür 1.'de görüldüğü gibi 5 katmanlı yapı karşımıza çıkmaktadır (Platform Architecture, 2019). Bu katmanlardan en alttaki katman Linux çekirdeği'dir. Çekirdek, mobil

uygulamalar ve işletim sistemine göre özelleştirilmiş bir yapıya sahiptir. Linux çekirdeği, diğer tüm donanım bileşenleri ile iletişim içerisinde çalışmaktadır. Bu bileşenler donanım sürücülerini de içermektedir. Bu yüzden neredeyse birçok güvenlik özelliğinden çekirdek sorumludur.

Figür 1. Android İşletim Sistemi mimari yapısı



Yerel C/C++ kütüphaneleri üzerindeki katmanda birçok önemli kütüphane bulunmaktadır. Bunlar;

- Ara yüz Yöneticisi: Pencereleri ve ekranları yönetir.
- Medya İskeleti: Farklı formatlardaki kodeklerin kullanılmasını ve farklı medyaların kaydedilmesini sağlar.

- SQLite: Veri tabanı yönetimi için kullanılan, SQL (Structured Query Language)'in daha hafif bir sürümüdür.
- Webkit: Tarayıcı ara yüzü sunar.
- OpenGL ES: Ekrandaki 2D ve 3D içeriklerin düzgün konumlandırılması görevini yerine getirir.

Kullanılan tüm kütüphaneler C ve C++ dilinde yazılmıştır.

HAL (Hardware Abstraction Layer- Donanım Soyutlama Katmanı), cihazın donanım kapasitelerini üst katmandaki Java API iskeletine hizmet veren ara yüzlerini sağlar. Bu katmanda, her biri kamera ve benzeri modüllerin özel bir donanım bileşeni için ara yüz sağlayan kütüphanelerden oluşmaktadır.

Kütüphanelerle aynı seviyede bulunan ART (Android Runtime - Android Çalışma zamanı) ve Çekirdek kütüphanelerdir. ART, Android için çok önemli bir yapıya sahiptir. Çalışma zamanı işlevleri ART ile yerine getirilir.

Bir üst katman, Java API Framework katmanıdır. Uygulamaların farklı tip görevleri yerine getirmesi işini görür. İçerik sağlayıcılar ve izleme sistemi bu katman içerisinde çalışır.

En üst katman, sistem uygulamaları katmanıdır. Bu katman geliştiriciler tarafından geliştirilen uygulamaların etkileşimde bulunduğu katmandır.

Android Uygulama Yapısı:

Android uygulama dosyası APK uzantılı bir arşiv dosyasıdır. Örnek bir APK dosyasının görünümü Figür 2.'de gösterilmiştir.

Figür 2. Örnek bir Android uygulama dosyası görünümü



Android uygulamasının yapısında bulunan dosyaların içeriğini ve işlevlerini gösteren liste Tablo 1.'de detaylı bir şekilde gösterilmiştir.

Tablo 1. APK dosyası içeriğindeki dosyaların detaylı açıklamaları

Dosya	**Açıklama**
assets	Ham kaynak dosyalarını içerir.
META-INF	Kaynak listesini, uygulama imzalarını ve arşiv içerisindeki kaynakların listesini içerir.
res	resources.asc dosyası içeriğinde derlenmemiş kaynakları içerir.
AndroidManifest.xml	Uygulamanın hangi izinler ile çalışması gerektiği ve uygulama dosyası içerisinde tanımlanan yapılandırma dosyalarının ayarları bu xml dosyası içerisinde bulunur.
classes.dex	Cihaz üzerinde çalıştırılacak derlenmiş Java sınıflarını içerir.
resources.asc	Derlenmiş kaynakları içerir, Örneğin: uygulamada kullanılan isim ifadeleri listesi

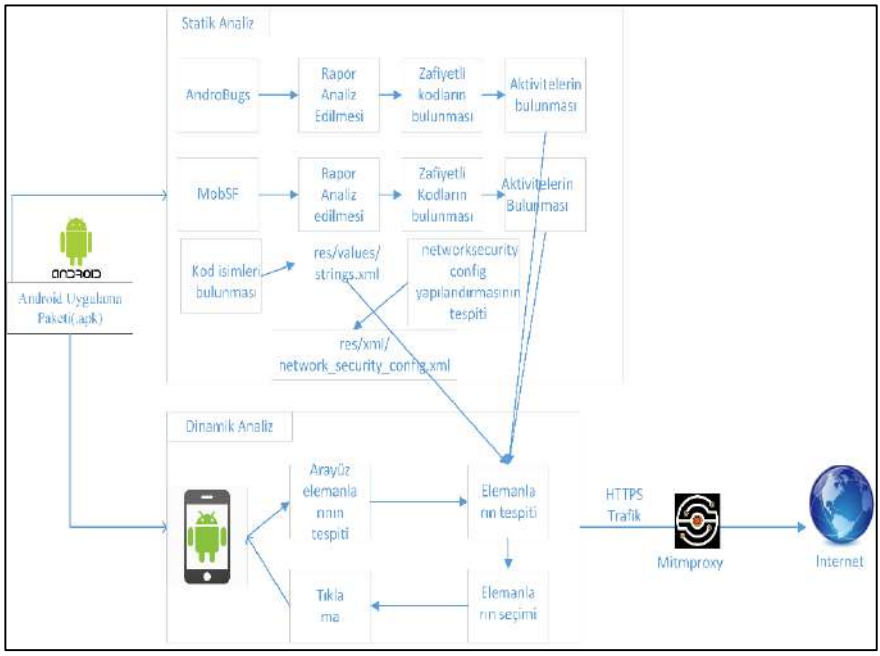
TEST ÇALIŞMASINDA KULLANILAN ARAÇLAR VE GÜVENLİK ZAFİYETİ KAPSAMI

OWASP'a göre zafiyet, uygulamadaki bir boşluk veya uygulamanın zayıflığı olarak tanımlanmıştır (OWASP Category:Vulnerability, 2019). Bu zayıflık veya boşluk saldırganların uygulamayı kullanan ilgili kişiye zarar vermesine sebep olabilecek bir durum oluşturabilir. İlgili kişi, uygulamanın sahibi, uygulama kullanıcısı veya uygulamanın kullanımına dayanan başka bir taraftır. Bu durum uygulamanın tasarımı veya uygulamadaki yapılandırma hatalarından kaynaklanabilmektedir. Saldırgan, uygulamadaki zafiyeti tespit ederse, bu açıklığı istismar etmeye çalışır. Bu tarz suçlar genellikle Bilgi Güvenliğindeki *Gizlilik* ve *Bütünlük* ilkesini hedef almaktadır.

Android uygulamalarının güvenlik testleri iki aşamada yapılmıştır; statik ve dinamik analiz. Uygulama test etmek için önerilen test modeli

Figür 3.'de verilmiştir. Statik analiz aşaması, Android uygulama dosyası tersine mühendislik yöntemleri kullanılarak kaynak koduna dönüştürülerek, kaynak kod üzerinde yapılan analizleri kapsamaktadır. Kod seviyesinde tespit edilen güvenlik zafiyetleri, dinamik analiz aşamasında çalışma zamanında test edilerek ilgili zafiyetin varlığı onaylanmaktadır.

Figür 3. Önerilen test modeli



Statik analiz aşamasında popüler olarak kullanılan ve açık kaynak kodlu Apktool (Apktool, n.d.), AndroBugs Framework (Lin, 2015), MobSF (Dalziel, H., & Abraham, A., 2015) ve mitmproxy (Cortesi, A., Hils, M., & Kriechbaumer, T., 2010) araçları kullanılmıştır. AndroBugs Framework ve MobSF araçlarının yapılan testler için seçilmesinin sebebi, bu araçların sürekli güncellendiği ve açık kaynak olarak herkesin kullanımına açık olmasından dolayı piyasada popüler olarak kullanılmasıdır. Mitmproxy aracı, ağ güvenliği testlerinde vekil sunucu olarak yapılandırıp kullanılmıştır. Kod testi aşaması dinamik analiz adımına da ışık tuttuğundan dolayı kritik bir durumdadır.

Uygulamaların dinamik olarak analiz edilebilmesi için ise kum havuzu (sandbox) veya özelleştirilmiş sanal ortamlar kurularak, ilgili uygulamanın çalıştırılması gerekmektedir. Dinamik analiz sürecinde manuel olarak

testler yapılmıştır. Bu testlerin icrasında, 1 adet Windows 10 bilgisayar üzerinde Android Studio ve üzerinde çalışan Android Sanallaştırma Yöneticisi kullanılmıştır.

Kullanılan açık kaynak araçların test kabiliyetlerinin statik analiz sürecinde kontrol ettiği durumların listesi Tablo.2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Statik analiz araçları test kabiliyetleri

Zafiyetler	AndroBugs	MobSF
Depolama Alanındaki Zafiyet	✓	✓
Webview zafiyeti	✓	✓
SQLite Veri Tabanı kriptolaması	✓	✓
Intent Zafiyet Kontrolü	×	✓
Reklam Modülü Analizi	×	✓
API kontrolü	✓	✓
SSL Sertifika Pinleme Kütüphanesi kontrolü	×	✓
SSL/TLS hata durumundaki zafiyet	✓	×
SMS ve Telefon çağrıları kontrolü	✓	✓
Hata ayıklama modundaki saldırılar	✓	✓

Statik analiz aşamasında, kod seviyesinde analizler yapıldıktan sonra, ortaya çıkan muhtemel zafiyetli kod, sınıf ve fonksiyonlar dinamik analiz sürecinde girdi olarak kabul edilmiştir. Bu yöntem, dinamik analiz sürecinin daha verimli gerçekleştirilmesini amaçlamaktadır.

Dinamik analiz aşamasında MobSF aracı ile manuel testler bir arada kullanılmıştır. Dinamik analiz aşamasında, zafiyetli aktiviteleri tetikleyecek davranışların Android çalışma zamanında gerçekleştirilmiştir. Kullanıcı aktivitelerinin alınıp, çalışma zamanında otomatize edilmesi için ilgili çalışmada da (Yang Liu, Chaoshun Zuo, Zonghua Zhang, Shanqing, Guo, Xinshun Xu, 2018) SSL bağlantılarının hata anındaki davranışlarının analiz edilmesinde kullanılan dinamik analiz araçları kullanılmıştır. Bu araçlar sayesinde kullanıcı hareketlerinin otomatize edilmesi eylemi yerine getirilmiştir.

TEST SONUÇLARI VE ANALİZ

Uygulamaların statik analiz aşamasında yapılan testler sonucunda oluşan tablo Tablo.3'de verilmiştir.

Tablo 3. Statik analiz test sonuçları

	Açık Şifresiz Ağ trafiği	Şifreli Ağ Trafiğinde yapılandırma hatası	WebView kod çalıştırma zafiyeti	WebView yerel dosya kontrol zafiyeti	Depolama Alanındaki Zafiyetler	Tehlikeli İzin İsteği	Dâhili Alanda Geçici Dosya oluşturma
Uygulama-1	X	X				X	
Uygulama-2	X	X	X			X	
Uygulama-3	X	X	X			X	
Uygulama-4		X			X	X	
Uygulama-5	X	X	X		X	X	X
Uygulama-6	X			X		X	
Uygulama-7		X	X		X	X	
Uygulama-8		X	X			X	X

Statik analiz test sonuçları analiz edildiğinde, uygulamaların ağ trafiğinde yaptığı işlemlerin birçoğunun açık şifresiz olarak gerçekleştirildiği gözlenmiştir. Şifreli ağ trafiğinde kullanılan SSL/TLS yapılandırmasının hatalarının olduğu ve bu hataların zafiyetlere yol açma ihtimali olduğu değerlendirilmiştir. Bu yapılandırma hatalarının, 3.parti kütüphane kullanımından veya mevcut kütüphanelerin yanlış yapılandırılmasından kaynaklanmıştır.

Dinamik analiz test sonuçlarında, kritik önceliğe sahip olan ağ trafiğinin bağlantılarının kontrolü çalışma zamanında yapılmıştır. Test sonucunda oluşan sonuçlar Tablo 4.'de verilmiştir.

Webview zafiyetleri çalışma zamanında gerçekleştirilen testlerle kontrol edilmiş ve bu zafiyetlerin uygulamalarda açık olmadığı görülmüştür. Bu zafiyetler yanlış pozitif (false-positive) olduğu değerlendirilmiştir.

Uygulama-5 ile Uygulama-8'de dâhili depolama alanında dosya oluşturma durumu test edilmiş, hassas veri içerebilecek bir dosyanın uygulamanın kullandığı dâhili depolama alanında depolanmadığı gözlenmiştir.

Tablo 4. Ağ trafiğinin dinamik analiz test sonuçları

	HTTP bağlantıların varlığı	Şifreli trafikte MITM saldırısı varlığı	MITM saldırısına karşı güvenli
Uygulama-1	X	X	
Uygulama-2	X		
Uygulama-3	X		X
Uygulama-4			X
Uygulama-5	X		X
Uygulama-6	X		X
Uygulama-7		X	
Uygulama-8		X	

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kamu kurumlarının Android işletim sistemi üzerinde çalışan mobil uygulamalarının zafiyetlerinin incelemesi yapılmıştır. Bu kapsamda deneysel bir çalışma yapılarak, test edilecek uygulamalar için test ortamları kurulmuş ve bir test modeli önerilmiştir. Önerilen bu test modeline göre, uygulamalar öncelikle statik analiz testlerinden geçirilmiştir. Statik analiz test sürecinde elde edilen bulgular, dinamik analiz sürecinde girdi olarak kabul edilip, ilgili zafiyetlerin tetiklenmesi ve kod seviyesinde tespit edilen muhtemel zafiyetli durumun var olup olmadığı onaylanmıştır. Bu şekilde, zafiyetlerin varlığı iki adımlı bir test sürecinden geçirilerek tespit edilmiştir. Yapılan testler sonucunda, tespit edilen en kritik durum, ağ bağlantılarının güvenliğinde yapılandırma hataları ve güvensiz protokoller kullanımının olduğu görülmüştür. Uygulamaların hassas verileri http protokolü kullanarak açık, şifresiz bir şekilde ilettiği tespit edilmiştir. Ayrıca, şifreli olan trafiklerde ise

yapılandırma hataları ve yapılandırma eksikliklerinden kaynaklanan zafiyetler tespit edilmiştir.

Tespit edilen zafiyetlerin geliştiricilerin kullandığı platformun özelliklerini, güvenlik anlamında geliştirilen fonksiyonların varlığını ve uygulamanın ağ bağlantılarında güvenli ve doğru yapılandırmaları seçmeleri konusunu daha iyi analiz etmeleri gerekliliği ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmanın sonucu olarak, mobil uygulama geliştiricilerinin ve kamu kurumlarının mobil uygulamalarının güvenliğinde farkındalığı artıracağı yönünde anlamlı hale getirilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Amin, A., Eldessouki, A., Magdy, M. T., Abdeen, N., Hindy, H., & Hegazy, I. (2019). AndroShield: Automated Android Applications Vulnerability Detection, a Hybrid Static and Dynamic Analysis Approach. *Information: Special Issue: Machine Learning for Cyber-Security*, *10*(10), 326.

2. *Apktool*. (n.d.). Retrieved from https://github.com/iBotPeaches/Apktool

3. Argudo, A., López, G., Sánchez, F.,. (2017). Privacy vulnerability analysis for Android Applications: A practical approach. *2017 Fourth International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)*. Quito, Ecuador.

4. Arne Holst. (2019, September 2019). *Mobile operating systems' market share worldwide from January 2012 to July 2019*. Retrieved from Statista: https://www.statista.com/statistics/272698/global-market-share-held-by-mobile-operating-systems-since-2009/

5. Cortesi, A., Hils, M., & Kriechbaumer, T. (2010). *mitmproxy: A free and open source interactive HTTPS proxy*. Retrieved from https://mitmproxy. org.[Version 3]

6. Dalziel, H., & Abraham, A. (2015). Automated Security Analysis of Android and IOS Applications with Mobile Security Framework. *Syngress*.

7. Groß, S., Tiwari, A., & Hammer, C. (2018). PIAnalyzer: A Precise Approach for PendingIntent Vulnerability Analysis. *European Symposium on Research in Computer Security* (pp. 41-59). Barcelona, Spain: Springer, Cham.

8. Kaka, S., Sastry, V. N., Maiti, R. R.,. (2017). On the MitM vulnerability in mobile banking applications for android devices. *2016 IEEE International Conference on Advanced Networks and Telecommunications Systems (ANTS)*. Bangalore, India.

9. Lin, Y.-C. (2015). Androbugs Frameworks: An Android Application Security Vulnerability Scanner. Blackhat Europe.

10. Mandal, A. K., Cortesi, A., Ferrara, P., Panarotto, F., Spoto, F. (2018). Vulnerability analysis of Android auto infotainment apps. *CF '18 Proceedings of the 15th ACM International Conference on Computing Frontiers*, (pp. 183-190). New York, NY, USA. doi:10.1145/3203217.3203278

11. Nirumand, A. Z. (2019). VAnDroid: A framework for vulnerability analysis of Android applications using a model-driven reverse engineering technique. *Software: Practice and Experience, 49*(1), 70-99.

12. *OWASP Category:Vulnerability*. (2019). Retrieved Ekim 25, 2019, from https://www.owasp.org/index.php/Category:Vulnerability

13. Patrick P.F.Chan; Lucas C.K. Hui; S.M. Yiu. (2011). A privilege escalation vulnerability checking system for android applications. *2011 IEEE 13th International Conference on Communication Technology.* Jinan, China.

14. *Platform Architecture*. (2019). Retrieved from https://developer.android.com/guide/platform

15. Shezan, F.H., Afroze, S. F., Iqbal A.,. (2017). Vulnerability Detection in Recent Android Apps: An Empirical Study. *Department of CSE, BUET*(IEEE).

16. Umansakar. (2017). Analysis of latest vulnerabilities in android. *2017 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI).* Udupi, India.

17. Wei, X., Wolf, M.,. (2017). A Survey on HTTPS Implementation by Android Apps: Issues and Countermeasures. *Applied Computing and Informatics*, 101-117.

18. Yang Liu, Chaoshun Zuo, Zonghua Zhang, Shanqing, Guo, Xinshun Xu. (2018). An automatically vetting mechanism for SSL error-handling vulnerability in android hybrid Web apps. *World Wide Web Special Issue on Security and Privacy of IoT, 1*(21), 127-150.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

MASUM GÖRÜNEN ORTAMLARA GIZLI BILGI SAKLAMA SANATI: STEGANOGRAFI

Art of Secret Information Data Hiding in Innocent Looking Environments: Steganography

Ali Durdu[1]

[1] *Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi – Yönetim Bilişim Sistemleri Ankara Türkiye; ali.durdu@asbu.edu.tr*

Öz: Geçmişte kullanılan sıra dışı ve tahmini güç gizleme yöntemleri günümüzde dijital ortamlara taşınmıştır. İran savaşları sırasında, Herodot, kafasını kazıtıp kafa derisinin üzerine, gizli mesajın dövmesinin yapılmasına izin veren bir ulaktan bahseder. Mesaj yazıldıktan sonra, ulak saçının uzamasını bekler. Daha sonra ulak, mesajı bekleyen kişiye ulaşır ve kafasını tekrar tıraş eder ve gizli mesaj iletilir. Son zamanlarda sıklıkla kullanılan steganografi yönteminde de benzer şekilde masum görünen resim, ses, video ve text dijital ortamlara gizli bilgiler gizlenebilmektedir. Steganografi gizli bilgiyi masum görünen ve şüphelenilmeyecek ortamları gizler. Gizli mesaj görünen bir taşıyıcı ile iletilir. Bu çalışmada sıradışı bir gizleme yöntemi olan steganografi yönteminin geçmişi ve günümüzde kullanım alanları ve örnekleri anlatılmaktadır. Çalışma steganografi yönteminin kullanılabileceği mobil uygulamaları da içermektedir.

GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca bir çok gizli iletişim yöntemleri kullanılmıştır. İran savaşları sırasında, Herodot, kafasını kazıtıp kafa derisinin üzerine, gizli mesajın dövmesinin yapılmasına izin veren bir ulaktan bahseder. Mesaj yazıldıktan sonra, ulak saçının uzamasını bekler. Daha sonra ulak, mesajı bekleyen kişiye ulaşır ve kafasını tekrar tıraş eder. Böylece gizli mesaj iletilir (Canbek, 2006). Bu yöntem tarih öncesinde ilk kez kullanılan steganografi yöntemi olarak geçmektedir. Yıllar sonra günümüzde dijital dünyaya aktarılan steganografi gizli mesajı gömme yoluyla bilgi saklama sanatı ve bilimi olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntemle, bir ortamın içerisine gizlenen ortamda değişiklik olmadan bir mesaj gizlenebilir. Ses, resim ve video ortamları içine veri saklanabilir. Örneğin bir masum görünen manzara resmine gizli bilgi gizlenebilir. Gizleme sonucunda manzara resminde bir değişiklik olmaz. Böylece gizlenen ortam kuşku oluşturmadığından açık ortamda rahatça sergilenerek gizli iletişim yapılabilir. Bu yöntemde içine bilgi gizlenen ortama örtü verisi (cover-data), oluşan ortama ise sırlı-nesne (stego-object) denilmektedir (Durdu, 2010).

Steganografi yöntemiyle resim içerisine resim, text her türlü bilgi gizlenebildiği gibi, ses, video ve text dosyalarına da bilgi gizlenebilir. Steganografi ile geçmişte ve günümüzde birçok çalışma bulunmaktadır.

2. GEÇMİŞTE VE GÜNÜMÜZDE STEGANOGRAFİ KULLANIMI

Sparta ve Xerxes arasında geçen savaş esnasında, Dermetaus, Xerxes'in işgal için beklemede olduğunu Sparta'ya bildirmek istedi. Bunu yapabilmek için de, tahta tabletlerin üzerine mesajını yazarak bunları balmumu ile kapladı. Balmumu ile kaplı olan tahtalardan hiçbir şey gözükmediği içinde, nöbetçiler hiç kuşkulanmadı. Gizli mesaj bu yöntemle iletildi (Durdu, 2010).

İskoçya kraliçesi Mary Queen I.Elizabeth tarafından 20 yıl boyunca Bolton kalesinde tutsak tutulmuş ve dış dünya ile iletişimi kesilmişti. Yazdığı mektupları bira fıçısının deliğinde gizlemiş ve bu yöntemle kendisini kurtarmak isteyenlerle iletişime geçmiştir. Fakat iş birlikçi bira dağıtıcısı durumu I. Elizabeth'e bildirmesi ile idam edilmiştir (Durdu, 2010).

II. Dünya Savaşı'nda Amerika Birleşik Devletleri Deniz Kuvvetleri Navajo şifre konuşucularını kullandı (Jamil, 1999). Şifre konuşucular basit bir şifreleme tekniği kullanarak, mesajları açık bir metin içerisinde göndermekteydi. Şifre konuşucular basit bir şifre tekniği kullanarak, mesajları açık bir metin içerisinde göndermekteydi. Mayıs 1942'de, 30 Navajo, Kaliforniya'da bir askeri kampta ordunun en çok kullandığı 200 kelimelik bir sözlük oluşturdu. Şekil 1'de Navoja şifresi ile igili bir karikatür ve navoja dilini kullanan yerli kabile üyeleri görülmektedir. Şekil 2'de navoja dili ile oluşturulmuş şifrelemeye ait kelimeler ve çevirileri verilmiştir. Her kelime hem bir harfe hemde bir kelimeye karşılık gelmektedir. Navoja dili oldukça karmaşık ve çözülmesi zor bir dildir. Ayrıca oldukça fazla kelime içermektedir. Bu karmaşıklık şifrenin çözülmesini zorlaştırmaktadır.



Şekil 1. Navoja şifresi ile ilgili bir karikatür ve Navoja dilini kullanan yerli kabile üyeleri

ALPHABET	NAVAJO WORD	LITERAL TRANSLATION
A	WOL-LA-CHEE	ANT
A	BE-LA-SANA	APPLE
A	TSE-NILL	AXE
B	NA-HASH-CHID	BADGER
B	SHUSH	BEAR
B	TOISH-JEH	BARREL
C	MOASI	CAT
C	TLA-GIN	COAL
C	BA-GOSHI	COW
D	BE	DEER
D	CHINDI	DEVIL
D	LHA-CHA-EH	DOG
E	AH-JAH	EAR
E	DZEH	ELK
E	AH-NAH	EYE
F	CHUO	FIR
F	TSA-E-DONIN-EE	FLY
F	MA-E	FOX

Şekil 2. Navoja dili ile kodlanmış kelimeler ve çevirileri

II. Dünya Savaşında kullanılan bir sırörtme örneği olarak "Apparently neutrals protest is thoroughly discounted and ignored. Isman hard hit. Blockade issue affects pretex for embargo on by-products, ejecting suets and vegetable oils." paragrafı verilebilir. Verilen paragrafta her kelimenin ikinci harfleri yan yana getirildiğinde "Pershing sails from NY June 1." gizli mesajı ortaya çıkmaktadır (Jamil, 1999).

Geçmişte steganografi biliminin birçok örnekleri bulunurken günümüzde steganografi bilimi digital ortamlarda yapılmaktadır (Akar, 2004; Çetin, 2008; Dereli, 2010, Durdu, 2010; Durdu, 2016, Emek, 2006; Yalman, 2010; Yargıçoğlu, 2010). Literatürde steganografi ile birçok veri gizleme çalışmaları bulunmaktadır. Steganografi yönteminde önemli olan gizleme işlemi yapılırken örtü ortamda en az değişikliği yapmaktır. Eğer örtü ortamda farkedilecek derecede değişiklikler yapılırsa gizli bilginin varlığı deşifre edilebilir.

Mielikainen eşleştirme yöntemi ile resime veri gizleme yöntemi önermiştir. Yöntem ardışık iki piksele bir fonksiyon ile veri gizlemektedir. Yöntemde ilk pikselin LSB biti gizli bilginin 2-bitlik parçasının 1. bitini bu iki pikselin LSB bitlerinin fonksiyon sonucu ise 2-bitlik parçanın 2.bitini gösterir. Mielikainen önerdiği yöntemde örtü resime 8 bit gizlendiğinde 3 bit değişiklik oluşmaktadır (Mielkainen, 2006).

Chan, Mielikainen'in önerdiği yöntemi geliştirerek yeni bir yöntem önermiştir. Yöntem imgedeki iki pikselden ilk pikselin LSB biti ile ikinci pikselin LSB bitinden bir önceki biti XOR alarak veri gizlemektedir (Chan, 2009).

Tian yüksek kapasiteli veri gizleme yöntemi önermiştir. Önerilen yöntemde örtü imgenin iki piksel arasındaki fark iki kat genişletilmiş ve oluşan bölgeye veri gizledi (Tian, 2003).

Chang ve arkadaşları önerdikler yöntemde örtü resmi iki kez oluşturarak iki imgeye modül matrisi kullanarak veri gizlediler. Önerilen yöntem yüksek veri kapasitesi sunmaktadır (Chang ve ark., 2009).

Lu ve arkadaşları Chang'in önerdiği yöntemi geliştirerek kamuflaj pikselleri ile örtü resimde yüksek veri gizleme kapasitesi sunarken değişiklikde en az olmaktadır (Chang ve ark., 2009; Lu, 2015).

Ker çalışmasında, üçte iki verimli gizleme yöntemi önermiştir. Bu yöntem iki bit veri gizlemek için üç piksel kullanır. İki pikselin ilk pikselin son biti veri gizleme amacında kullanılırken ikinci piksel ise gizleme yönünü gösterir (Ker, 2004).

Wang ve arkadaşları önerdikleri yöntemde örtü resimdeki ardışık iki piksel arasındaki farkın modül fonksiyonu sonucunu kullanarak veri gizlemişlerdir (Wang ve ark., 2008).

Durdu doktora tez çalışmasında 6 adet veri gizleme yöntemi önermiştir. Bunlardan ilk üçü tersinir olmayan veri gizleme yöntemleridir (Durdu, 2016). Tersinir olmayan veri gizleme yöntemlerinde gizli veriyi geri çıkarmak için hem veri gizlenmiş stego resime hemde orjinal resime ihtiyaç bulunmaktadır. Diğer üç yöntem ise tersinir veri gizleme yöntemleridir. Tersinir yöntemlerde gizli veriyi geri çıkarmak için orjinal örtü imgeye ihtiyaç duyulmaz. Sadece veri gizlenmiş stego resim yeterlidir. Tersinir yöntemlerden ilkinde yüksek kapasiteli düşük bozulumlu kayıplı veri gizleme yöntemi önerilmiştir.

3. STEGANOGRAFİ İLE VERİ GİZLEME

Steganografi bilimi gizli bilgiyi herkesin erişimine açık alanlarda kuşku duyulmayacak şekilde gizleme sanatıdır (Sahin, 2007). Şifreleme ile karıştırılmaktadır. Şifrelemede gizli bilgi şifrelenerek anlaşılmaz hale getirilir. Şifreli bilginin varlığı ve içerisinde bilgi gizlediği açıktır. Oysa steganografide gizli bilgi açıkça sergilenmez. Onun yerine masum bir ortamda gizlenir.

Steganografi yöntemlerinden en yaygın kullanılan yöntem LSB(Least Significant Bit) yani en düşük bite gizleme yöntemidir. LSB yöntemi ham verinin her bir baytının son bitlerine veri gizleme esasına dayanır. Son bitlerin değişmesi verinin bütünlüğünü bozacak bir değişime sebep olmaz.

Resim dosyaları piksellerden oluşur. Gri siyah beyaz resimler de her bir piksel 1 baytlık veri içerir. Oysa renkli resimlerde pikseller RGB olarak kodlanır ve 3 baytlık veri içerir. Her bir byte veriye 1 bit veri gizlenebilir. 1 byte 8 bit olduğu için tüm dosyaya 1/8 oranında veri gizlenebilir. 1024x1024 boyutlarındaki 24-bit renkli bir resim 1024x1024= 1.048.576 adet pikselden oluşmaktadır. Her bir pikselde 3 bayt bulunduğundan toplamda 1.048.576x3= 3.145.728 bayt bulunmaktadır. Her bir bayta 1 bit gizlediğimizde 3.145.728 bit veri gizlemiş oluruz. 3.145.728/8=393.216 bayt boyutunda veri gizleyebiliriz. Bu örnektende anlaşıldığı üzere LSB yöntemi ortamın boyutuna gore 1/8 oranında veri gizleyebilir.

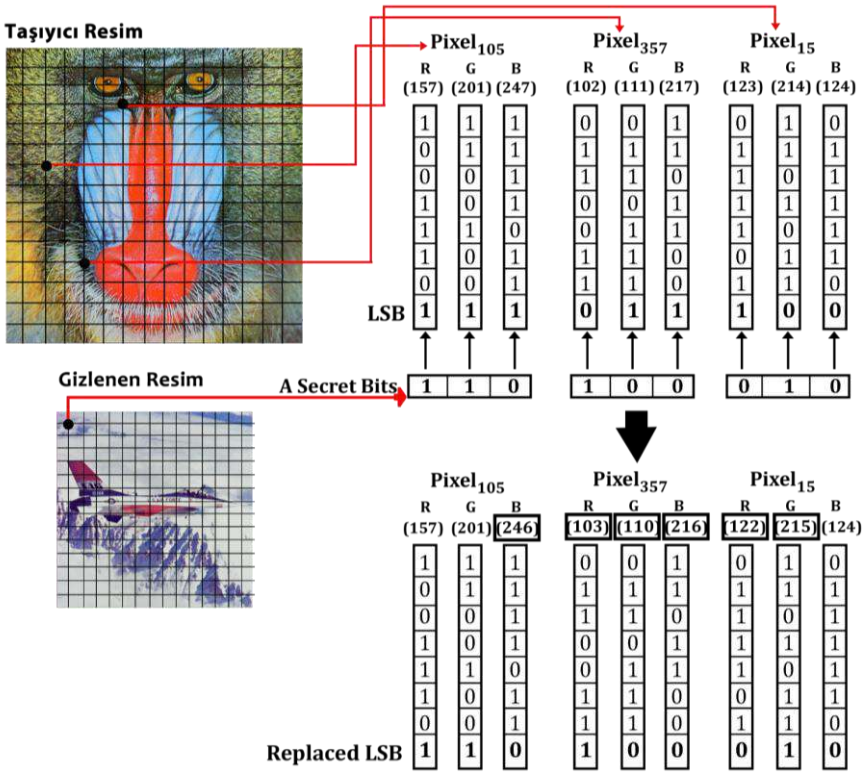
Şekil 3'te steganografi ile veri gizleme işlemi örneklendirilmiştir. Gizli resim ASBÜ logosu, taşıyıcı resim içine steganografi ile gizleniyor.

Gizleme sonunda sırlı resim oluşur. Orjinal resim ile gizli resim içeren sırlı resim arasında görsel olarak hiç bir fark bulunmamaktadır. Sırlı resmin karşı tarafa iletilmesi aşamasında gizli bilginin varlığı keşfedilemez. Daha sonra sırlı resim üzerinden aynı yöntemin çıkarma işlemi ile gizli resim geri elde edilir. Gizlenen resim taşıma sonucunda görsel olarak bozulmadan aynen geri çıkartılır.



Şekil 3. Steganografi ile örnek veri gizleme işlemi

Şekil 4'de steganografi yöntemlerinden LSB yöntemiyle veri gizleme işlemi gösterilmiştir. Buna göre Şekil 4'te gizlenecek resimin her bir pikselindeki baytların bitleri tek tek sırası ile taşıyıcı resmin piksellerinin her bir baytının son bitine gizlenir. 24-bitlik taşıyıcı resimde her bir pikselde Red, Green ve Blue olmak üzere 3 bayt bulunmaktadır. Örneğin Şekil 4'de soldan yatay hizada 105. sıradaki $Piksel_{105}$ Red kanalında 157, Green kanalında 201 ve Blue kanalında ise 247 bilgisi bulunmaktadır. Her bir kanaldaki bilginin son bitine toplamda 3 bit bilgi gizlenir. Şekil 4'de 110_2 ikilik tabanda bilgisi gizlenmiştir. Gizleme işleminden sonra 105.sıradaki pikselde sadece blue kanalındaki değer 247 iken 246 olarak değişmiştir. Bu şekilde tüm piksellerde renk kanallarına gizli resmin tüm bitleri gizlenir.



Şekil 4. LSB yöntemi ile veri gizleme işlemi

4. STEGANALİZ

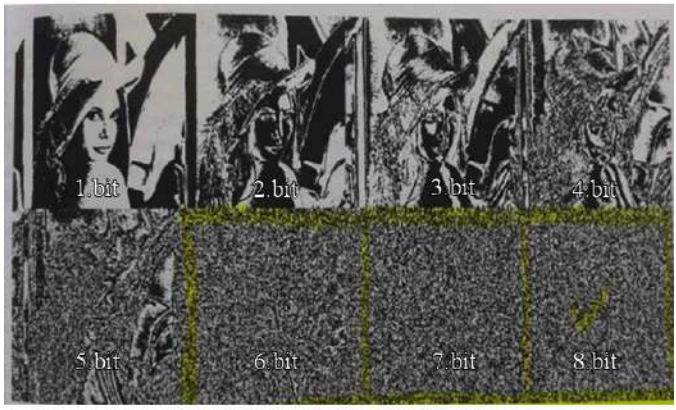
Steganografi ile gizleme işlemi sonunda tüm piksellerde 1 artış veya 1 azalış olabilir. Bu taşıyıcı resimde gözle görülebilecek bir değişiklik oluşturmaz. Fakat bu değişikliklikleri sezebilecek steganaliz atak saldırılarıda mevcuttur (Avcıbaş, 2006; Yalman ve Ertürk 2014; Yalman, 2013). Bu saldırılar gizli bilginin varlığını keşfedebilirken gizli bilgiyi geri çıkaracak kadar güçlü değildir. Sadece gizli bilgi var ya da yok tahmini yapabilir. Bazı atak saldırıları ise sırlı resmin içindeki gizli bilgiyi yok etmeye yönelik saldırılardır (Durdu, 2016). Bunlar taşıyıcı resimdeki piksellerin son bitlerini hedef alır. Atak sonucunca gizli bilginin bitleri tahrip olur ve gizli bilgiye erişilmez.

Şekil 5'de içine bilgi gizlenmemiş gri seviye orijinal Lena resminin tüm bit seviyelerine göre elde edilmiş resimler verilmiştir. Gri seviye resimler siyah beyaz resimlerdir. Renkli resimlerdeki gibi her pikselde 3 bayt yerine 1 bayt bilgi bulunmaktadır. 1.bit seviyesinde her pikselin en önemli biti olan 1.bitler kullanılarak elde edilmiş resim Şekil 5.b'de

görülmektedir. 1.bit en önemli seviye olduğu için resimde oluşan bozulma başlangıç düzeyindedir. 2.bit ise 1.bite göre daha az önemli bit katmanıdır. Bu katmandan alınan bit bilgileri ile resim tekrar elde edildiğinde pikseldeki anlamlı bilgilerin en büyük kısmı 1.bit olmadığı için resimde bir hayli bozulma oluşmuştur. Peşinden gelen her bit seviyesinde önem derecesi azaldığı için piksellerin bilgileri kaybolmakta ve resim her seviyede dahada bozulmaktadır. Son bitler olan 6,7 ve 8.bit seviyesinde resim tamamen bozulmuş ve anlaşılır tarafı kalmamıştır.



a) Orjinal Resim

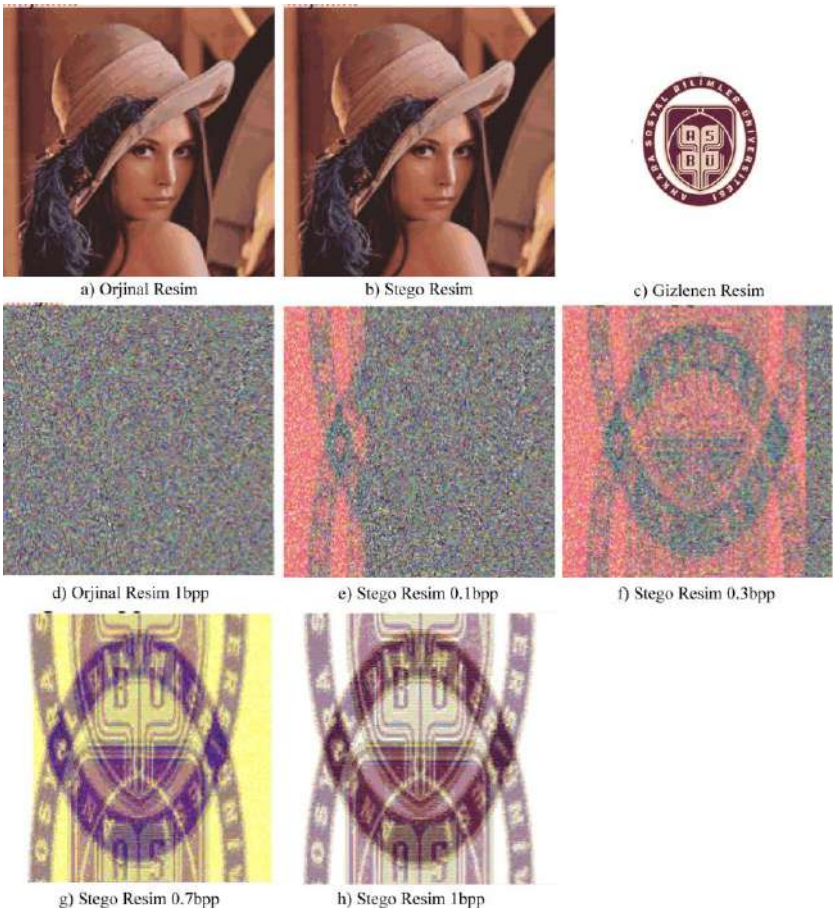


b) Orjinal resimin bit katmanları

Şekil 5. İçine veri gizlenmemiş orjinal resmin bit katmanlarına ait görüntüleri

Şekil 6'da original Lena resmine ASBÜ logosu gizlenmiş ve stego resim elde edilmiştir. Stego resmine farklı oranlarda LSB atakları yapılmıştır. LSB atağında resmin piksellerindeki tüm baytların son bitleri değiştirilerek tahribat yapılır. LSB atağının amacı gizli bilginin içeriğini bozmaktır. Stego resmine 0.1bpp, 0.3bpp, 0.7bpp ve 1bpp oranlarında LSB atakları yapılmıştır. Birim başına düşen piksel sayısı olarak adlandırılan bpp ölçüsünde orana göre atağın yoğunluğu değişir. Buna göre 0.1bpp oranında LSB atağı yapıldığında resimdeki tüm piksellerin %10'una homojen bir şekilde tahribat yapılır. Şekil 6.d'de orjinal resme 1bpp tam oranda yapılan LSB atağında resimde ortaya çıkan bir bilgi olmamaktadır. Şekil 6.e'de stego resmine yapılan 0.1bpp oranında yapılan

atakda gizli bilginin varlığını işaret eden görüntüler oluşmaktadır. Şekil 6.f'de stego resmine yapılan 0.3bpp oranında yapılan atakda gizli bilginin varlığı daha belirgin görülmektedir. Şekil 6.h'de stego resmine yapılan 1bpp oranında yapılan atakda ise gizli bilginin varlığı tamamen görülmektedir.



Şekil 6. Orjinal ve içine veri gizlenmiş stego resmine farklı oranlarda yapılan LSB atakları

Şekil 7'de original Lena resmine ASBÜ logosu gizlenmiş ve stego resim elde edilmiştir. Stego resmine farklı oranlarda piksel değer atakları yapılmıştır. Resmi temsil eden piksellerin her biri, o pikselin ne kadar parlak olduğunu ve hangi rengin olması gerektiğini açıklayan bir piksel değerine sahiptir. En basit ikili görüntü durumunda , piksel değeri ön veya arka planı gösteren 1 bitlik bir sayıdır. En yaygın piksel formatı , bu sayının 0 ila 255 arasında bir olası değerler aralığı veren 8 bit bir tam sayı

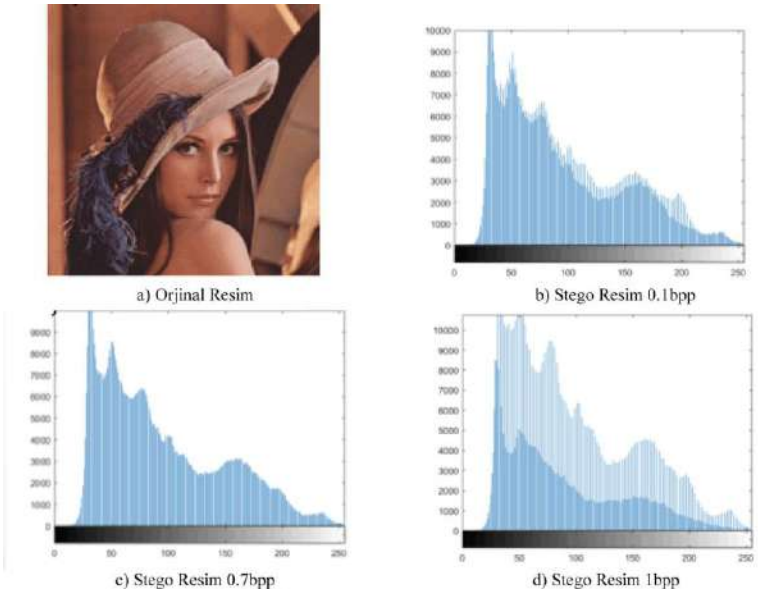
olarak depolandığı bayt görüntüsüdür. Genellikle sıfır, siyah olarak alınır ve 255, beyaz olarak alınır. Aradaki değerler grinin farklı tonlarını oluşturur. Piksel değer atağında stego resimde gizli bilgi var ise resimde bozulmalar oluşur. Eğer herhangi bir bozulma yoksa gizli bilgi keşfedilememiştir. Stego resmine 0.1bpp, 0.3bpp, 0.7bpp ve 1bpp oranlarında piksel değer atakları yapılmıştır. Şekil 7.d'de orjinal resme 1bpp tam oranda yapılan piksel değeri atağında resimde ortaya çıkan bir bozulma olmamaktadır. Şekil 7.e,f,g ve h'de stego resmine yapılan tüm saldırılarda bozulma oluşmamakta ve original resmin atak sonucuyla aynıdır. Bu atakda gizli içerik keşfedilememiştir.



Şekil 7. Orjinal ve içine veri gizlenmiş stego resmine farklı oranlarda yapılan LSB atakları

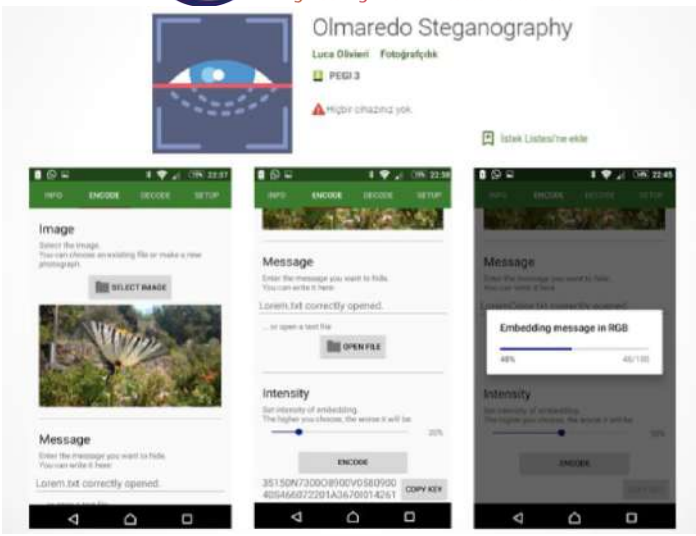
Şekil 8'de original Lena resmine ASBÜ logosu gizlenmiş ve stego resim elde edilmiştir. Stego resmine farklı oranlarda histogram atakları

yapılmıştır. Histogram atağında resimdeki piksellerin değerleri ile histogram grafikleri oluşturulur. Stego resimdeki histogram grafikleri orjinal resimden farklı ise gizli bilginin varlığı keşfedilir. Eğer herhangi bir değişiklik yoksa gizli bilgi keşfedilememiştir. Stego resmine 0.1bpp, 0.7bpp ve 1bpp oranlarında histogram atakları yapılmıştır. Şekil 8.b, c ve d'de deki atak sonuçları incelendiğinde her seviyede histogram grafikleri değişmektedir. Histogram atağı sonucunda gizli içeriğin varlığı keşfedilmiştir.



Şekil 8. Orjinal ve içine veri gizlenmiş stego resmine farklı oranlarda yapılan histogram atakları

Steganografi yöntemini uygulayarak bilgi gizleyen pek çok mobil uygulama mevcuttur. Bunlardan biri Şekil 9'da ekran görüntüleri verilen "Olmaredo Stegonagraphy" adındaki uygulamadır (play.google.com/store, 2019). Uygulama seçilen resimin içine kullanıcının girdiği mesajı gizler. Uygulamada yoğunluk özelliği ile daha güvenli gizleme yapılabilmektedir. Transfer yapıldıktan sonra uygulama ile seçilen stego resimden gizli mesaj geri çıkartılabilmektedir.



Şekil 9. Steganografi yöntemi kullanarak bilgi gizleyen mobil uygulama örneği

SONUÇLAR

Steganografi gizli bilgiyi açıkca sergilenen ortamlarda gizleyerek iletebilen gizli bilgi bilimidir. Açıkça sergilenen masum ortamlarda gizli bilginin varlığı keşfedilemez. İletişim dışındaki kişilerin fark etmesi ve iletişime dahil olması oldukça güçtür. Geçmişte farklı yöntemler ile sıklıkla kullanılan bu yöntem günümüzde de popüler bir şekilde dijital ortamlarda yapılmaktadır. Bu çalışmada sıradışı bir gizleme yöntemi olan steganografi yönteminin geçmişi ve günümüzde kullanım alanları ve örnekleri anlatılmıştır. Steganografi ile veri gizleyen ve play storelarda ücretsiz indirilebilen mobil uygulamalr mevcuttur. Steganografi yöntemi oldukça güvenli bir iletişim yöntemi olmasına rağmen gizli bilginin varlığını keşfeden steganaliz ataklarıda mevcuttur. Steganaliz atakları stego içerikteki gizli bilginin varlığını keşfedebilir. Gizli içeriği tamamen çıkartacak steganaliz yöntemleri henüz keşfedilmemiştir.

References

Akar F., ve Varol, H., S.,"A New RGB Weighted Encoding Technique for Efficient Information Hiding in Images," Deniz Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, vol. 2, no. 2. 2004.

Avcibas, I., "Audio Steganalysis With Content Independent Distortion Measures," IEEE Signal Processing Letters, 13(2): 92-95 (2006).

Canbek, G., Sagiroglu, Ş., "Bilgi ve Bilgisayar Güvenliği Casus Yazılımlar ve Korunma Yöntemleri", Grafiker, Ankara, pp. 1-50, 2006.

Chan, C., "On Using LSB Matching Function for Data Hiding in Pixels," vol. 96, pp. 49–59, 2009.

Chang, C. C., Chou, Y. C., ve Kieu, T. D., "Information hiding in dual images with reversibility," 3rd Int. Conf. Multimed. Ubiquitous Eng. MUE 2009, pp. 145–152, 2009.

Çetin, Ö., "Hareketli Görüntü Uygulamaları için Sırörtme Yaklaşımı ile Veri Gömme Algoritmasi Tasarımı," Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Doktora Tezi, 2008.

Dereli, Ç., "Dilbilimsel Steganografi Yöntemleri Üzeriine Biir Araştırma," Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uluslararası Bilgisayar Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2010.

Durdu, A., "Sırörtülü Ses Dosyalarının Yapay Zeka Yöntemleri Yardımıyla Çözümlenmesi", Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi, Yüksek Lisans Tezi, 2010.

Durdu, A., "İmgeler için Eşleştirme Alanı Tabanlı Tersinir Olmayan Yeni Bir Sırörtme Yöntemi", Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği, Doktora Tezi, 2016.

Emek, S., "Sabit Görüntüler Ve Video İşaretleri İçin Ayrık Dalgacık Dönüşümü Ayrık Kosinüs Dönüşümü Tabanlı Sayısal Damgalama Yöntemi," Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Haberleşme, Doktora Tezi, 2006.

Jamil, T., "Steganography: the art of hiding information in plain sight", Potentials, IEEE, 18 (1): 10-12, 1999.

Ker, A. D., "Quantitive evaluation of pairs and RS steganalysis," in in Security, Steganography, and Watermarking of Multimedia Contents, 2004, pp. 89–97.

Lu, T.-C., Tseng, C.-Y., ve Wu, J.-H., "Dual imaging-based reversible hiding technique using LSB matching," Signal Processing, vol. 108, pp. 77–89, Mar. 2015.

Mielikainen, J., "LSB matching revisited," IEEE Signal Process. Lett., vol. 13, no. 5, pp. 285–287, 2006.

Olmaredo Stegonagraphy, https://play.google.com/store/apps/details?id=com.olmaredo.gliol.olmaredostego&hl=tr, (Erişim Tarihi: 14.11.2019)

Şahin, A., "Görüntü steganografide bulunan yeni metodlar ve bu metodların güvenirlilikleri", Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi (2007).

Tian, J., "Reversible Data Embedding Using a Difference Expansion," IEEE Trans. Circuits Syst., vol. 13, no. 8, pp. 890–896, 2003.

Wang, C. M., Wu, N. I., Tsai, C. S., ve Hwang, M. S., "A high quality steganographic method with pixel-value differencing and modulus function," J. Syst. Softw., vol. 81, no. 1, pp. 150–158, 2008.

Yalman, Y., and Ertürk, İ., "A new color image quality measure based on YUV transformation and PSNR for human vision system," Turkish J. Electr. Eng., vol. 21, no. 2, pp. 603–612, 2013.

Yalman, Y., "Histogram based perceptual quality assessment method for color images," Comput. Stand. Interfaces, vol. 36, no. 6, pp. 899–908, 2014.

Yalman, Y., "Sayısal Görüntüler İçin Histogram Temelli Veri Gizleme Yöntemi Ve Uygulama Yazılımı," Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği, Doktora Tezi, 2010.

Yargıçoğlu, A.U., "Düşük Veri Hızlarında Çalışan Konuşma Kodlayıcılarına Gürbüz Bilgi Saklama ve Damgalama," Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektirik Elektronik Mühendisliği, Doktora Tezi, 2010, 2010.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

DEEP LEARNING: METHODS AND APPLICATION AREAS

Murat Dener[1]

1 (Assoc. Prof. Dr.); Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Computer Sciences and Engineering, Ankara, Turkey, muratdener@gazi.edu.tr

Abstract: According to current research, millions of data are produced in a minute. The produced data is stored in databases. Individuals or institutions should be able to make meaningful analyzes from the stored data and be able to make correct decisions in the future. Thanks to the concept of Deep Learning that has emerged in recent years, accurate determinations can be made. Deep Learning is a type of artificial neural network that uses sequential processing unit layers for feature extraction and each layer output feeds the input of the next layer. Deep Learning is an important up-to-date sub-field of artificial intelligence and machine learning, which is very popular today. Deep Learning shows better performance than other methods in analyzing complex structures, analyzing less user intervention and analyzing high-level abstraction, evaluating very large samples and unlabeled data. In this study, current studies and application areas in the field of Deep Learning are presented by searching the current literature. In addition, Deep Learning and methods were analyzed in detail.

Keywords: Deep Learning, Methods, Applications

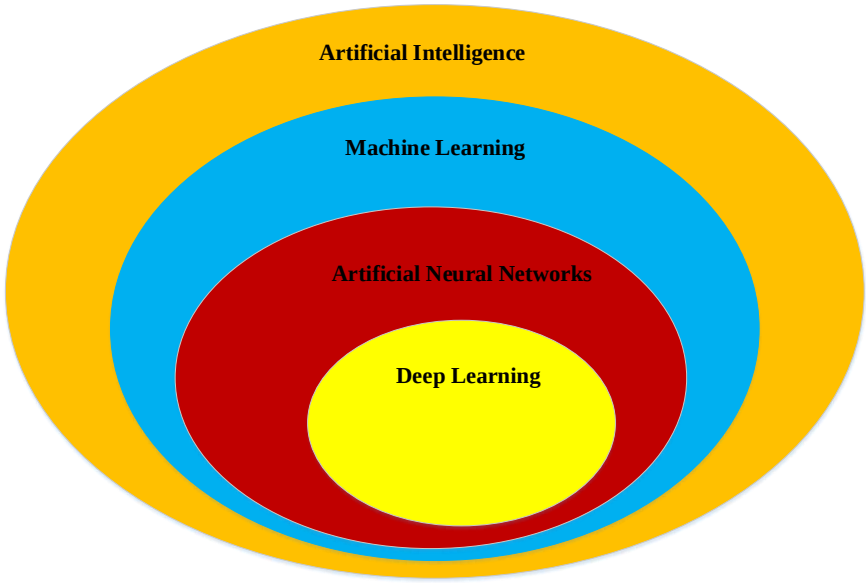
INTRODUCTION

Nowadays an increasing amount of data is being produced. The produced data is stored in databases. In order to make the data meaningful, analyzes should be performed and the data should be converted into information. Then, with the information obtained, it is necessary to make effective decisions for the future. Good or bad situation can occur in proportion to these decisions. In other words, with the right decisions, it can go for the better and with the wrong decisions, it can go wrong. Many fields of science are able to provide effective solutions to meet this decision-making need. Artificial intelligence is one of them.

Artificial intelligence is the general name of the technology of developing machines that can exhibit behaviors and movements such as human beings created entirely by artificial means without taking advantage

of any living organism. Machine learning is a subclass of artificial intelligence and applies artificial intelligence algorithms to machines. Artificial Neural Networks are a subclass of machine learning and mimic the workings of nerve cells. Deep Learning is a subclass of Artificial Neural Networks and aims to mimic the perception and decision-making skills of the human brain using neural networks. Deep learning has replaced classical artificial neural networks in recent years. Deep learning refers to a broad class of machine learning techniques and architectures. The hierarchy between these areas of science is shown in Figure 1.

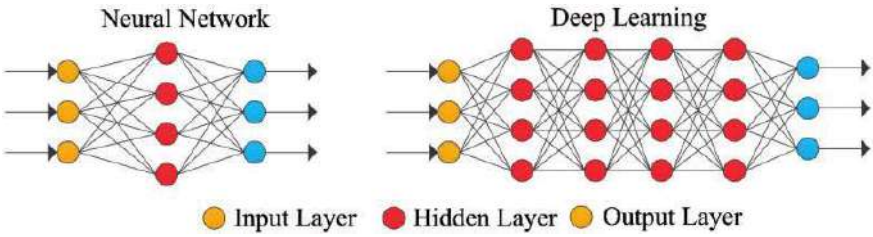
Figure 1. Artificial Intelligence



DEEP LEARNING

Deep learning, which belongs to the family of machine learning algorithms, is dominant in many applications inspired by the biological process of neural networks. It is advantageous over conventional machine learning algorithms because of their ability to produce faster and more accurate results. In deep learning models, multiple layers of nonlinear processing units perform the feature subtraction conversion task. Each layer takes input as the output of the previous layer. The illustration of Deep Learning is given in Figure 2.

Figure 2. Deep Learning



It is used in many fields including Deep Learning, Object Detection, Image Classification, Automatic Translation, Image Subtitle, Deep Producer Models, Artistic Style Transfers, Driverless Cars. It is preferred in many different problems because it gives much higher accuracy than other machine learning methods.

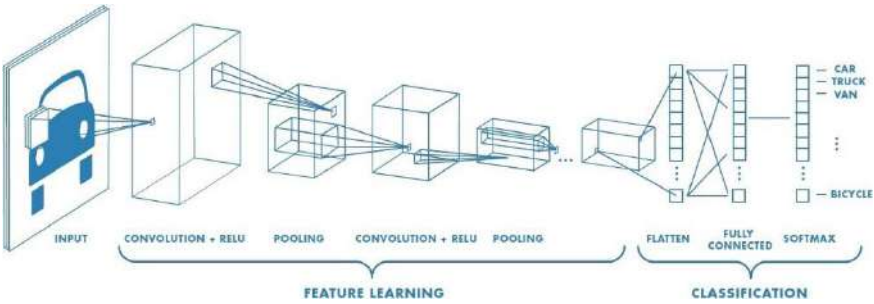
METHODS

There are several deep learning models developed by researchers and they are applied in a different problem area. The common feature in all models is multiple learning layers. In this section, popular used deep learning models are presented.

Convolutional Neural Networks

Convolutional Neural Networks has a multiple layer structure, each containing one or more planes. These layers; It is called Convolution, Pooling and Fully-Connected layer. In the convolution layer, a series of filters are applied that extract specific properties for each input. Pooling simplifies output by reducing the number of parameters the network must learn when performing non-linear sub-sampling. Thus, only the activated properties are transmitted to the next layer. After learning the attributes of this multi-layered structure, it switches to classification. The representation of Convolutional Neural Networks is shown in Figure 3.

Figure 3. Convolutional Neural Networks (Saha 2019)

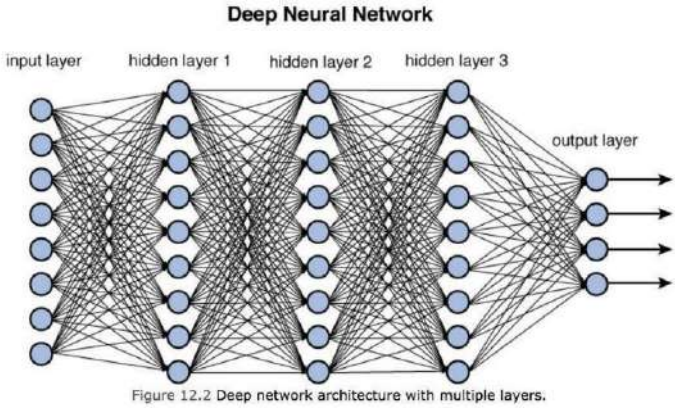


These networks are mostly used in image classification, video classification, action recognition, sentence classification applications.

Deep Neural Networks

Deep neural networks are a kind of multi-layered, forward-looking artificial neural network. There are multiple hidden layers between the input layer and the output layer. The number of neurons is the same in each hidden layer. First, the number of neurons increases randomly and is adjusted manually during training of the network. As the number of nodes in the hidden layer increases, it can lead to an increase in complexity and consequently a decrease in exercise performance. The number of nodes in hidden layers increases the complexity of the system and requires more computational time. All these parameters should be considered carefully when selecting. The representation of the deep neural network is shown in Figure 4.

Figure 4. Deep Neural Networks (Parmar 2019)

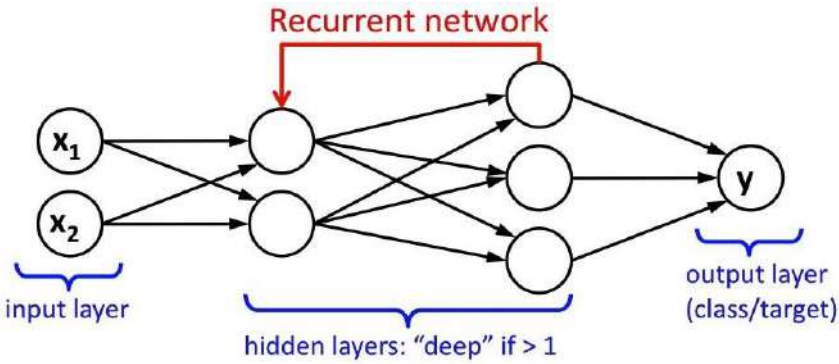


These networks are mostly used in speech recognition, audio classification, natural language understanding, object recognition, stacked auto encoder, image compression, video retrieval, face recognition applications.

Recurrent Neural Networks

In these networks, the connections between the units form a directed loop. With this cycle, dynamic temporal behavior is exhibited. These networks may use their own input memory to process random arrays of inputs. The representation of Recurrent Neural Networks is shown in Figure 5.

Figure 5. Recurrent Neural Networks (Chatterjee 2019)

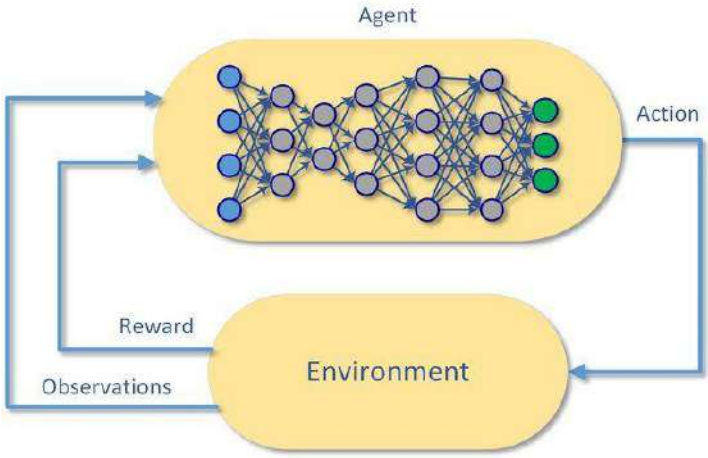


These networks are mostly used in speech recognition, machine translation, text generation, video captioning applications.

Deep Reinforcement Learning

Reinforcement learning is a deep learning method in which a tool learns to perform tasks through trial and error while receiving feedback in the form of reward signals. The illustration of deep reinforcement learning is given in Figure 6.

Figure 6. Deep reinforcement learning (Hing 2019)

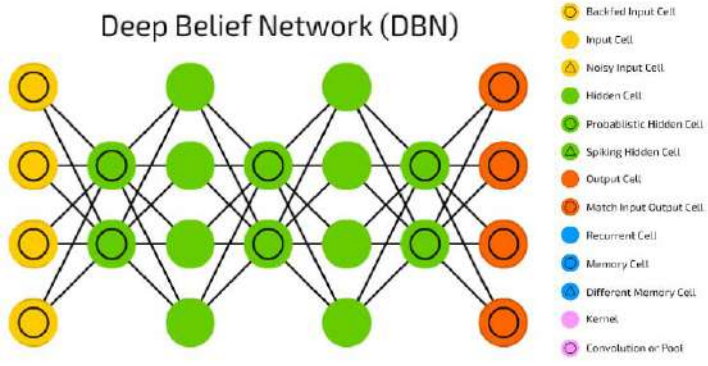


These networks are mostly used in text-based games, information extraction, text generation, math word problem solving, object detection in images.

Deep Belief Network (DBN)

Deep Belief Network is a deep learning method that consists of multiple layers of graphic models with both oriented and unoriented edges. The illustration of the Deep Belief Network is shown in Figure 7.

Figure 7. Deep Belief Network (Chandrayan 2019)



These networks are mostly used in image recognition and generation applications.

CURRENT WORKS

The authors (Wang et al., 2019) conducted research on the development of transport systems through deep learning. According to the authors, Traffic sign recognition is a very representative visual recognition task. Nowadays, there are many traffic problems which have been studied intensively. These are: Traffic Flow Prediction, Traffic Speed Prediction, Travel Time Prediction, congestion management, travel risk prediction, Abnormal event detection in surveillance videos. Thanks to Deep Learning, transportation systems can be made smarter. According to the authors, the advantages of Deep Learning are its superior success in multiple classification and forecasting applications in transportation applications. The disadvantages of Deep Learning, according to the authors, are the high processing capacity, so the need for costly processors.

The authors (Meyer et al., 2018) reported that more than 50% of cancer patients were treated with radiotherapy. They stated that the planning and delivery of radiotherapy treatment is a complex process, but can now be greatly facilitated by artificial intelligence technology. In addition, they said that deep learning is the fastest growing field in artificial intelligence and has been used successfully in many areas, including medicine. In this study, deep learning practices in the field of radiotherapy were divided into seven categories. These are: images used for radiotherapy, image segmentation, computer-aided detection and diagnosis, image registration, treatment planning, motion management/patient setup during treatment, and data extraction and outcome prediction in radiotherapy.

The authors (Längkvist et al., 2014) examined the deep learning practices used in time series modeling. These applications are as follows: Classical time-series problems, Videos, Stock market prediction, Speech recognition, Music recognition, Motion capture data, Electronic nose data, Physiological data.

The authors (Andreas et al., 2018) stated that intelligent agriculture is important to overcome the challenges it faces in terms of production, productivity, environmental impact, food safety and sustainability. They have identified some issues such as identification of weeds, land cover classification, plant recognition, fruit counting and crop type classification. The vast majority of studies involved image classification and identification of areas of interest, including the identification of barriers and fruit counting. Some studies focus on predicting future parameters

related to plant growth. On the other hand, while most articles target plants, few studies address issues such as weed detection, soil cover, soil surveys, livestock farming, obstacle detection and weather forecasting.

The authors (Wang et al., 2019) state that renewable energy is becoming more and more popular in the global electric power grid, and that increasing the accuracy of renewable energy forecasting is critical to energy system planning, management and operations. However, according to the authors, this is a difficult task because of the intermittent and chaotic nature of renewable energy data. In this study, renewable energy estimation is realized by using some deep learning based estimation models, which model is better discussed.

The authors (Maa et al., 2019) examined deep learning practices in remote sensing applications. In-depth learning applications performed in remote sensing applications are: Image fusion, Image registration, Scene classification and object detection, Land-use and land-cover classification, Semantic segmentation, Object-based image analysis, Acquisition of validation data for classification accuracy, acquisition of classification training sample data, and data prediction.

The authors (Litjens et al., 2017) examined the practice of deep learning in medical imaging. Deep learning applications performed in medical imaging are as follows: Classification (Image / exam classification, Object or lesion classification), Detection (Organ, region and landmark localization, Object or lesion detection), Segmentation (Lesion segmentation), Registration, Other tasks in medical imaging (Content-based image retrieval, Image generation and enhancement, Combining image data with reports). In addition, deep learning areas are: Brain, Eye, Chest, Digital pathology and microscopy, Breast, Cardiac, Abdomen, Musculoskeletal.

The authors (Hernández-Blanco et al., 2019) stated that Educational Data Mining is a research area that focuses on data mining, machine learning, and the application of statistical methods to identify patterns in large educational data collections. According to the authors, it has been observed that Deep Learning has recently gained increasing interest in education. Deep learning practices in education include: Predicting student performance, Detective undesirable student behaviors (low motivation, erroneous actions, cheating, or dropping out), Profiling and grouping students, Social networking analysis, Providing reports, Creating alerts for

stakeholders, Planning and scheduling, Creating courseware, Developing concept maps, Generating recommendation, Adaptive systems, Evaluation, Scientific inquiry.

The authors (Voulodimos et al., 2018) examined deep learning practices in the field of Computer Vision. Deep learning applications in the field of Computer Vision include: object detection, face recognition, action and activity recognition, and human pose estimation.

The authors (Dutta et al., 2018) examined the evolution and adoption of deep learning practices used in industry. Industries that adopt deep learning practices in industry are: Healthcare, Automotive — self-driving cars, IT — cyber security, Weather forecast, Agriculture, Manufacturing, Retail.

The authors (Berman et al., 2019) investigated Deep Learning Methods for Cyber Security. Cyber Applications of Deep Learning Methods include: Malware (Detection, Classification), Domain Generation Algorithms and Botnet Detection, Drive-By Download Attacks, Network Intrusion Detection, File Type Identification, Network Traffic Identification, SPAM Identification, Insider Threat Detection, Border Gateway Protocol Anomaly Detection, Verification If Keystrokes Were Typed by a Human, User Authentication, False Data Injection Attack Detection

CONCLUSIONS

Deep Learning is a machine learning method based on neural network architectures with multiple processing unit layers that have been successfully applied to a wide range of problems in the fields of image recognition and natural language processing. Recent studies on Deep Learning are as follows.

- Time series prediction
- Detecting false user comments in online environments
- Classification of images
- Exchange rate calculation
- Determination of human activities
- Semantic segmentation in multi-band images
- Real-time video object tracking
- Making semantic inference from Turkish texts

- Estimation of particulate matter concentration in air
- Classification of Turkish sign language alphabet
- Analysis and classification of dog behavior
- Segmentation of MR images with deep learning for brain tumor detection
- Real-time object tracking with dynamic fuzzy cognitive maps
- Estimation of stock prices
- Detection system based on face analysis
- Recognition of Turkish dialects
- Classification of brain metastases with deep learning
- Emotion analysis and text summarization in online social networks
- Detection of lung cancer
- Skin lesion segmentation
- Medical image segmentation
- Classification of thermal images of newborn babies
- Ship detection from optical satellite images
- Hybrid handwriting character recognition
- Detection of roads in high resolution aerial images
- Network intrusion detection system
- Histopathological image analysis
- Medical image classification
- Colon cancer detection
- Development of facial recognition system
- Determination of age and gender from photography
- Voice recognition
- Detection and classification of brain tumors from MR images
- Vehicle classification
- Detection of pneumonia
- Detection of fraud at ATMs with face recognition based customer verification
- Classification of epilepsy types from EEG markers
- Detection of denial of service attacks
- Classification of ECG arrhythmias
- Target tracking in robots
- Sound improvement
- Forensic IT review on digital evidence
- Breast cancer diagnosis

As the studies show, in recent years, there has been a revolution in machine learning applications due to the advancement and promotion of deep learning. With increased learning layers and a higher level of abstraction, deep learning models have an advantage over traditional machine learning models. With the increase in software and hardware infrastructure, the development of deep learning models has increased.

REFERENCES

Andreas, K., Prenafeta-Boldú, F.X. (2018). Deep learning in agriculture: A survey. Computers and Electronics in Agriculture, 147: 70-90.

Berman, D.S., Buczak, A.L., Chavis, J.S., Corbett, C.L. (2019). A Survey of Deep Learning Methods for Cyber Security. Information, 10: 1-35.

Chandrayan, P. (2019). Deep Learning: Deep Belief Network Fundamentals, https://codeburst.io/deep-learning-deep-belief-network-fundamentals-d0dcfd80d7d4.

Chatterjee, C.C. (2019). Implementation of RNN, LSTM, and GRU, https://towardsdatascience.com/implementation-of-rnn-lstm-and-gru-a4250bf6c090.

Dutta, S. (2018). An overview on the evolution and adoption of deep learning applications used in the industry. Data mining and knowledge discovery, 1-12.

Hernández-Blanco, A., Herrera-Flores, B., Tomás, D., Navarro-Colorado, B. (2019). A Systematic Review of Deep Learning Approaches to Educational Data Mining. Complexity, 1-22.

Hing, L.K. (2019). Deep Reinforcement Learning with TensorFlow 2.0, https://tr.pinterest.com/pin/540713499009845278/.

Längkvist, M., Karlsson, L., Loutfi, A. (2014). A review of unsupervised feature learning and deep learning for time-series modeling. Pattern Recognition Letters, 42: 11-24.

Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B.E., Adiyoso Setio, A.A., Ciompi, F., Ghafoorian, M., van der Laak, J., Ginneken, B.V., Sánchez, C.I. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. Medical Image Analysis, 42: 60-88.

Maa, L., Liu, Y., Zhang, X., Ye, Y., Yin, G., Johnson, B.A. (2019). Deep learning in remote sensing applications: A meta-analysis and review. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 152: 166-177.

Meyer, P., Noblet, V., Mazzara, C., Lallement, A. (2018). Survey on deep learning for radiotherapy. Computers in Biology and Medicine, 98: 126-146.

Parmar, R. (2019). Training Deep Neural Networks, https://towardsdatascience.com/training-deep-neural-networks-9fdb1964b964.

Saha, S. (2019). A Comprehensive Guide to Convolutional Neural Networks the ELI5 way, https://towardsdatascience.com/a-comprehensive-guide-to-convolutional-neural-networks-the-eli5-way-3bd2b1164a53.

Voulodimos, A., Doulamis, N., Doulamis, A., Protopapadakis, E. (2018). Deep Learning for Computer Vision: A Brief Review. Computational Intelligence and Neuroscience, 1-13.

Wang, H., Lei, Z., Zhang, X., Zhou, B., Peng, J. (2019). A review of deep learning for renewable energy forecasting. Energy Conversion and Management, 198: 1-16.

Wang, Y., Zhang, D., Liu, Y., Dai, B., Lee, L.H. (2019). Enhancing transportation systems via deep learning: A survey. Transportation Research Part C, 99: 144-163.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

NATURAL LANGUAGE PROCESSING: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Murat Dener[1]

1 (Assoc. Prof. Dr.); Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Computer Sciences and Engineering, Ankara, Turkey, muratdener@gazi.edu.tr

Abstract: Today, an increasing amount of data is being produced with social media platforms such as twitter, facebook and instagram. One of the techniques used to extract meaningful information from the data is the Natural Language Processing technique. Natural Language Processing includes many important topics such as text separation, text classification, information extraction, emotion analysis that are performed automatically on natural language texts and its application fields are increasing day by day. Natural Language Processing plays a critical role in many intelligent applications such as chat screens, abstracts of articles, language translation and data identification. Text Classification, Text Parsing, Emotion Analysis, Knowledge Extraction, Asset Name Recognition, Temporal Relationship Extraction, Event Extraction, Word Type Labeling, Text Sorting, Automatic Letter Translation, Automatic Question Answer are the main Natural Language Processing problems. In this study, current studies in the field of Natural Language Processing are presented. In addition, Natural Language Processing problems are analyzed in detail.

Keywords: Natural Language Processing, Problems, Solutions

INTRODUCTION

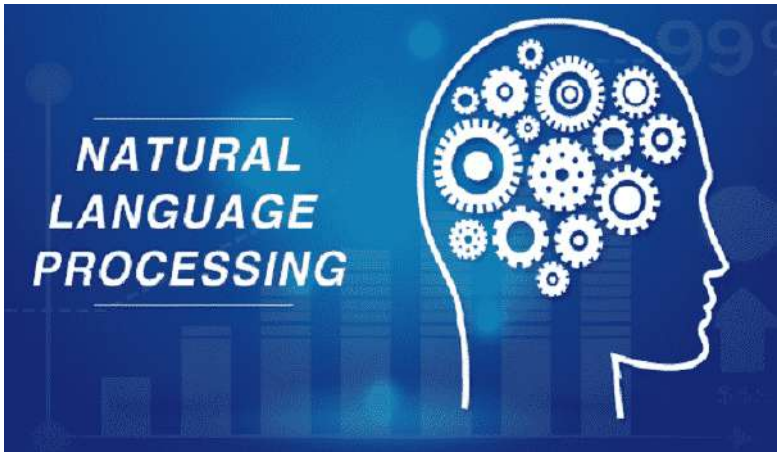
Advances in information technologies have given an important impetus to computerized linguistics studies. This new science field called Natural Language Processing was first started with the aim of using natural languages in human computer interaction, and gradually it became computerized language science. Natural Language Processing is a field of research and practice that explores how computers can be used to understand and process natural language text or speech to do useful things. Natural Language Processing researchers aim to gather information about how people understand and use language; thus, appropriate tools and techniques can be developed to enable computer systems to understand and manipulate natural languages to perform the desired tasks. The fundamentals of Natural Language Processing lie in many disciplines such

as computer and information science, linguistics, mathematics, electrical and electronic engineering, artificial intelligence and robotics and psychology. Natural Language Processing applications include machine translation, natural language text processing and summarizing, user interfaces, multilingual and interlingual information retrieval, speech recognition, artificial intelligence and expert systems.

NATURAL LANGUAGE PROCESSING

Natural Language Processing is a scientific field of study that examines the interaction of computers in the artificial intelligence linguistics subcategory of computer sciences with the natural languages we use in real life. Natural Language Processing aims to understand and reproduce by analyzing and analyzing the normed structure of natural languages and it is used in many subjects such as automatic translation, speech, voice recognition, generation and emotion analysis.

Figure 1. Natural Language Processing (Gu 2019)



Natural Language Processing is a field of computer science that designs computer systems capable of understanding, interpreting, solving and producing a natural language. Thanks to the Natural Language Processing studies, human-computer interaction has been brought to a certain level and the success of the studies has increased over time.

NATURAL LANGUAGE PROCESSING PROBLEMS

Natural language processing techniques are used in many fields in today's technologies. Some of these are as follows.

Answering a question

Question answering systems are the systems that aim to answer a question which is expressed in natural language in big data sets in natural language and answer it automatically in natural language. Today, the number of internet users has reached billions. Internet users use search engines to find the information they want to reach. In order to be able to bring the things that people are looking for in the internet search engines in the most accurate way, they must understand the query they write correctly and then answer the query which site is the most correct answer.

Auto-translation

A machine is required to translate a text from one translated language to another. Google Translate is a very good example in this field.

Inference of Information

It is the process of searching and finding and extracting the information sought among the text sources. From the texts in the natural language with information extraction; many remarkable pieces of information such as assets, events, date and time expressions, concepts are automatically extracted.

Voice Recognition

It is the response by a computer on a question given by speaking. The best known example of this situation is the application of SIRI.

Text Processing

Categorization, segmentation and clustering on a text.

Text Summarizing

Summarizing the texts consisting of long pages.

Text Parsing

To reveal the grammatical structure of a given text.

Emotion analysis

It is defined as the automatic determination of emotions, ideas and subjectivity in a given text.

Word Type Tagging

The problem of classification of words in a text given in natural language. Word classes are types such as noun, verb, preposition, pronoun. Word-type labeling has been a subject of natural language processing for a long time, and can also be used to solve more extensive problems.

Text Classification

Classification of texts in relation to reality, functions and purposes of writing.

Grammar Analysis

It is to check the entered text for spelling errors. If wrong word or phrase is used in the text, it makes suggestions for correcting it.

Database Management

It is the management of the databases in which large and large data files are stored and various operations are performed on these files.

Document Management

In environments where there are too many documents, they should be able to search the documents according to the given keywords and prepare a summary of the documents.

Reading Printed Text

It is the process of transferring the printed texts that are not in the computer environment to the computer.

Access to Information

Nowadays, when you want to do research on a subject on the internet, keywords are written. As a result of the research, hundreds or even thousands of connections come up. Incoming connections, the desired information is reached.

Speech Transcription

It is the process of converting the sounds coming from the human mouth to the electrical signal by means of the microphone and converting it to text by processing the signals.

SIGNIFICANT WORKS

In the literature, the most cited studies on natural language processing studies are examined and given in this section.

The authors (Thorvardur et al., 2011) examined electronic medical records with natural language processing techniques. In this study, natural language processing was used by searching the terms in clinical notes.

The authors (Liu et al., 2011) state that natural language processing provides methodologies developed in the areas of knowledge acquisition, information retrieval, and machine learning, and techniques to automate the enrichment of ontology from free text documents. The present study

reviews the current methodologies and advanced systems and discusses how existing methods can benefit biomedical ontologies.

The authors (Rindflesch et al., 2003) propose a methodology for interpreting linguistic structures that encode hypernimic propositions in a taxonomic relationship.

The authors (Zhou et al., 2007) stated that transient information is very important in electronic medical records and biomedical information systems. They used natural language processing techniques in the processing of temporary information in medical narrative data.

The authors (Demner-Fushman et al., 2009) stated that the purpose of clinical decision support is to help healthcare professionals make clinical decisions, to deal with medical data about patients, or to deal with the medical knowledge necessary to interpret these data. In this study, natural language processing techniques were used to maintain clinical decision support.

The authors (Kreimeyer et al., 2017) followed a systematic approach to identify existing natural natural language processing systems that generate structured information from unstructured free text in clinical information. The review consists of four stages: Publication, Review of Titles and Abstracts, Full Text Review and System Information Collection.

The authors (Brill et al., 1995) describe a simple rule-based approach to automatic learning of grammar. The proposed approach was applied to the speech labeling section.

The authors (Friedman et al., 2004) have developed a natural processing method that automatically maps an entire clinical document to codes. The results of the evaluation of the method revealed that the system performed similar or better to experts in both recall and sensitivity.

The authors (Nadkarni et al., 2011) provide an overview of natural language processing and modern natural language processing system design.

The authors (Lewinski et al., 2015) used natural language processing techniques to research nanotechnology.

The authors (Gabrilovich et al., 2009) analyzed Semantic Interpretation using Natural Language Processing techniques based on Wikipedia.

The authors (Zeng et al., 2015) have investigated Natural Language Processing Techniques in Bioinformatics. Bioinformatics is a discipline that emerges with the progress and realization of the Human Genome Project. Estimates and solves genetic problems related to genetics by using

computer and statistical informatics. Data storage, retrieval and analysis are key processes in bioinformatics.

The authors (Chen et al., 2018) analyzed Web of Science's mobile computer research publications on natural language processing from 2000 to 2016. Cooperation relations between countries / regions, members and authors have been demonstrated. They stated that the analysis could help them to understand the models of cooperation in the research field and the distribution of scientific resources and the hotspots in the research field in a more systematic way.

The authors (Bouaziz et al., 2018) stated that Endometriosis is a disease characterized by the development of endometrial tissue from the outside of the uterus, but its cause is largely unknown. In this context, endometriosis related genes in PubMed database were analyzed by natural language processing techniques.

The authors (Cambria et al., 2014) describe the latest developments in Natural Language Processing research to look at the past, present and future of Natural Language Processing technology.

The authors (Young et al., 2018) review important natural language processing models and methods used in many areas of in-depth learning.

The authors (Coppersmith et al., 2018) used social media data to identify people at risk of suicide using natural language processing techniques.

The authors (Hu et al., 2019) propose a natural language processing and geographic clustering framework to collect local place names from geotagged housing advertisements.

The authors (Cheng et al., 2010) examined the distinction of tumor status from unstructured MRI reports, the existence of information in existing reports, and the benefit of automated natural language processing.

The authors (Chary et al., 2019) provide an overview of natural language processing in medical education.

The authors (Cai et al., 2016) stated that the natural language processing techniques used in the radiology reports allow automatic identification and extraction of information.

The authors (Pons et al., 2016) have investigated Natural Language Processing Technologies in Radiology Research and Clinical Applications.

According to the authors, Manually extracting information is a time-consuming and often unmanageable task. In this study, we review the basics of Natural Language Processing and describe various techniques and some important applications that make up Natural Language Processing in radiology.

The authors (Neveol et al., 2018) stated that natural language processing, which is applied to clinical text or directed to clinical outcome, has been successful in recent years. The study provides a first overview of clinical Natural Language Processing for non-English languages.

The authors (Zukerman et al., 2001) review natural language systems for production, understanding and dialogue, focusing on the requirements and limitations placed by systems and user models.

CONCLUSIONS

Natural Language Processing is a research area that aims to make use of rich information resources for comprehension, extraction and retrieval from text. Natural language processing also means understanding and analyzing the natural language using computer algorithms and programs. It is an important research aspect in the field of application of artificial intelligence. Natural language processing is a theoretically motivated set of computational techniques for automatic analysis and representation of human language. The recent studies on Natural Language Processing are as follows.

- Online Turkish academic collection
- Movie ratings on tvits
- Author-book recognition
- Formal review tool for Turkish software requirements
- Creating computer network terms using wordnet ontology
- Evaluation of written exams on the web
- Emotion analysis on Turkish social media data
- Development of mobile assistant software in Turkish
- A graphical and probability-based automated learning application
- Checking Turkish spelling mistakes
- Information modeling with the help of semantic networks

As the studies show, the development of Natural Language Processing applications has increased in recent years with the increase in software and hardware infrastructure.

REFERENCES

Bouaziz, J., Mashiach, R., Cohen, S., Kedem, A., Baron, A., Zajicek, M., Feldman, I., Seidman, D., Soriano, D. (2018). How Artificial Intelligence Can Improve Our Understanding of the Genes Associated with Endometriosis: Natural Language Processing of the PubMed Database. BioMed Research International, 1-7.

Brill, E. (1995). Transformation-Based Error-Driven Learning and Natural Language Processing: A Case Study in Part of Speech Tagging. Computational Linguistics, 21: 1-37.

Cai, T., Giannopoulos, A.A., Yu, S., Kelil, T., Ripley, B., Kumamaru, K.K., Rybicki, F.J., Mitsouras, D. (2016). Natural Language Processing Technologies in Radiology Research and Clinical Applications. RadioGraphics, 36: 176-191.

Cambria, E., White, B. (2014). Jumping NLP Curves: A Review of Natural Language Processing Research. IEEE Computational intelligence magazine, 48-57.

Chary, M., Parikh, S., Manini, A.F., Boyer, E.W., Radeos, M. (2019). A Review of Natural Language Processing in Medical Education. Western Journal of Emergency Medicine. 20.

Chen, X., Ding, R., Xu, K., Wang, S., Hao, T., Zhou , Y. (2018). A Bibliometric Review of Natural Language Processing Empowered Mobile Computing. Wireless Communications and Mobile Computing, 1-21.

Cheng, L.T.E., Zheng, J., Savova, G.K., Erickson, B.J. (2010). Discerning Tumor Status from Unstructured MRI Reports—Completeness of Information in Existing Reports and Utility of Automated Natural Language Processing. Journal of Digital Imaging, 23: 119-132.

Collobert, R., Weston, J., Bottouu, L., Karlen, M., Kavukcuoglu, K., Kuksa, P. (2011). Natural Language Processing (Almost) from Scratch. Journal of Machine Learning Research, 12: 2493-2537.

Coppersmith, G., Leary, R., Crutchley, P., Fine, A. (2018). Natural Language Processing of Social Media as Screening for Suicide Risk. Biomedical Informatics Insights, 10: 1–11.

Demner-Fushman, D., Chapman, W.W., McDonald, C.J. (2009). What can natural language processing do for clinical decision support?.Journal of Biomedical Informatics, 42: 760–772.

Friedman C., Shagina, L., Lussier, Y., Hripcsak, G. (2004). Automated Encoding of Clinical Documents Based on Natural Language Processing. Journal of the American Medical Informatics Association, 11: 392-402.

Gabrilovich, E., Markovitch, S. (2009). Wikipedia-based Semantic Interpretation for Natural Language Processing. Journal of Artificial Intelligence Research, 34: 443-498.

Gu, M. (2019). Introduction to Natural Language Processing: Part 1, https://medium.com/analytics-vidhya/introduction-to-natural-language-processing-part-1-777f972cc7b3.

Hu, Y., Mao, H., McKenzie, G. (2019). A natural language processing and geospatial clustering framework for harvesting local place names from geotagged housing advertisements. International Journal of Geographical Information Science, 33: 714–738.

Kreimeyer, K., Foster, M., Pandey, A., Arya, N., Halford, G., Jones, S. F., Forshee, R., Walderhaug, M., Botsis, T. (2017). Natural language processing systems for capturing and standardizing unstructured clinical information: A systematic review. Journal of Biomedical Informatics, 73: 14–29.

Liu, K., Hogan, W.R., Crowley, R.S. (2011). Natural Language Processing methods and systems for biomedical ontology learning. Journal of Biomedical Informatics, 44: 163–179.

Lewinski, N. A., McInnes, B.T. (2015). Using natural language processing techniques to inform research on nanotechnology. Beilstein J. Nanotechnol, 6: 1439–1449.

Nadkarni, P. M., Ohno-Machado, L., Chapman, W. W. (2011). Natural language processing: an introduction. J Am Med Inform Assoc, 18: 544-551.

Névéol, A., Dalianis, H., Velupillai, S., Savova, G., Zweigenbaum, P. (2018). Clinical Natural Language Processing in languages other than

English: opportunities and challenges. Journal of Biomedical Semantics: 9: 1-13.

Pons, E., Braun, L.M.M., Hunink, M.G.M., Kors, J.A. (2016). Natural Language Processing in Radiology: A Systematic Review. Radiology, 279: 329-343.

Rindflesch, T.C., Fiszman, M. (2003). The interaction of domain knowledge and linguistic structure in natural language processing: interpreting hypernymic propositions in biomedical text. Journal of Biomedical Informatics, 36: 462–477.

Thorvardur, J. L., Tianxi, C., Elizabeth, W. K. (2011). Validation of Psoriatic Arthritis Diagnoses in Electronic Medical Records Using Natural Language Processing. Psoriatic Arthritis, 413-420.

Young, T., Hazarika, D., Poria, S., Cambria, E. (2018). Recent Trends in Deep Learning Based Natural Language Processing. IEEE Computational intelligence magazine, 55-75.

Zeng, Z., Shi, H., Wu, Y., Hong, Z. (2015). Survey of Natural Language Processing Techniques in Bioinformatics. omputational and Mathematical Methods in Medicine, 1-10.

Zhou, L., Hripcsak, G. (2007). Temporal reasoning with medical data—A review with emphasis on medical natural language processing. Journal of Biomedical Informatics, 40: 183–202.

Zukerman, I., Litman, D. (2001). Natural Language Processing and User Modeling: Synergies and Limitations. User Modeling and User-Adapted Interaction, 11: 129-158.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

COMPRESSION OF TURKISH TEXTS USING STATIC HUFFMAN ALGORITHM

Sedat Korkmaz[1] & Fatih Mehmet Botsali[2]

1.Konya Technical University, Computer Eng.
skorkmaz@ktun.edu.tr
2.Konya Technical University, Mechanical Eng.
fmbotsali@ktun.edu.tr

Abstract: It is important to use data compression methods in order to store and transfer data more efficiently in computer environment. Compression techniques allow less disk space to be used during data storage or reduce the time and cost needed to transfer data. Because of these advantages, data compression is widely used in many fields, regardless of the type of data (text, image, video, etc.). In this study, Static Huffman Algorithm is used to optimize the compression ratio in Turkish texts. A total of 38 Turkish documents, including 19 book texts, 18 dissertation texts and various columns collected from newspapers are used in the compression processes. First of all, the frequencies of monogram, digram, trigram, tetragram and pentagram character sets with different character combinations are obtained from Turkish documents. 15 compression levels with different characteristics are determined. By compressing the documents according to the specifications at the compression levels, the compression gain at each level and the average compression gain of each level are calculated. As a result, the highest compression gain is obtained at the 15th level with a value of 51.12%.
Keywords: Data Compression, Huffman Algorithm, Turkish text compression

1. Introduction

The methods used in data compression are selected depending on the type of data to be compressed. The Compression of Turkish texts is a frequently needed compression type. For this reason, it is important to investigate the methods to optimize the compression ratio in the compression of Turkish texts (Korkmaz, 2003).

In the literature, there are various studies on improving the compression ratio about the compression of different types of data, including Turkish texts.

In the (Diri, 1999) thesis study, Turkish texts were examined as morphological. As a result of this examination, a new data compression method were developed according to the statistical data of stem, root, syllable and suffixes obtained. The performance of the system was evaluated by applying to different Turkish texts.

In another thesis study (Dalkilic, 2001), some statistical values for the English language also obtained for the Turkish language. For this purpose, entropy and redundancy values of Turkish were calculated by applying entropy tests developed by Shannon and Cover to subjects.

In his master degree thesis, Şimsek developed data compression and decompression methods by using the morphological features of the Turkish language (Şimşek, 1993).

In another study (Selçuk, 1995), the problem of compressing the text database was examined, and the performance of different coding techniques was compared for the compression of the main text. Experiments showed that the best compression methods applied were statistical techniques such as Huffman coding and arithmetic coding.

In Çiftçisoy's study, titled "Turkish Text Compression Using Huffman Coding", a new method was developed based on Huffman coding to compress Turkish texts. It is stated that some syllables are more frequent than others in Turkish text files. In the study, the Huffman alphabet has been extended to include frequently repeated syllables, which normally consists of only letters (Çiftçisoy, 1996).

In this study, 15 compression levels were determined by using 1-gram, 2-gram, 3-gram, 4-gram and 5-gram characters in different combinations. For each level, Turkish documents were compressed using Static Huffman Algorithm and the results were examined.

2. Data Compression

Data compression is the process of converting an input data stream into another data stream that has a smaller size. A stream can be a file, a buffer in memory or data sent on a communication channels (Salomon & Motta, 2010).

Compression methods are generally divided into lossy and lossless. Lossless compression methods are used if the compressed data does not allow loss. Text and executable files are examples of this kind of data. Lossy compression methods can be used if the type of compressed data, such as image, video and audio, allows small data loss. Lossless compression methods are divided into two main groups as static and dynamic.

A preliminary investigation is performed and the frequency of the characters' usage is determined in the static data compression. Predefined frequencies are used during the compression process. The first advantage of the static method is that it is not necessary to determine the frequency of use from the file when performing data compression. The second advantage of method is that there is no information about the frequency of repetition as header information in the compressed file. On the other, the disadvantage of the method is that the compression gain is generally less than the dynamic method.

However, in dynamic data compression, it is not necessary to be known the frequency of the characters in advance. The first step is to determine the frequency of repetition of the data to be compressed in the compression

process. The compression is prepared according to the information obtained from this process .The advantage of this method is that the compression gain is generally higher than the static method. The disadvantage is that repetition information is collected and this information is included in the compressed file.

Compression ratio is the ratio of the length of data obtained after compression to the length before compression (the original) (Diri, 2001) and calculated as follows:

$$Compression\ Ratio = 100\ \frac{Compressed\ Length}{Original\ Length} \quad (1)$$

When the compression ratio is calculated as 70%, this means that 100 units of data is decreased to 70 units. If the compression ratio is greater than 100, then it is defined as expansion.

Compression gain is a term that indicates how much data is obtained at the end of the compression process (Nelson & Gailly, 1995) and calculated as follows:

$$Compression\ Gain = 100 - Compression\ Ratio \quad (2)$$

In a system with a compression gain of 30%, by compressing 100 units of data, 30 units of length are gained, which means that the length of the compressed data is reduced to 70 units.

3. Huffman Coding

Huffman Coding has been the subject of intense research on data compression since its development by David Huffman in 1952 (Huffman, 1952). Huffman coding is a popular method of data compression. It forms the basis of many popular programs running on various platforms. Some programs use only the Huffman method, while others use it as a step in a multi-stage compression process (Salomon & Motta, 2010).

Huffman codes have a unique prefix. For this, binary tree structure is used. Although Huffman codes are variable length, they can be easily decoded. Symbols with high probability receive shorter codes. To create the Huffman code, start from the leaves of the tree and approach the root as it moves upwards. Each symbol is assigned a leaf node to be connected to a binary tree. The weight of the node may be the probability or frequency of the symbol. The Huffman tree is built with the following steps (Nelson & Gailly, 1995):

- Start by finding two free nodes of the lowest weight.

- Create a parent node for these two nodes. The weight of the parent node is equal to the sum of the weights of the two child nodes.
- Value of 1 is assigned to the right side and 0 is assigned to the left side of the node.
- The parent node is added to the list of free nodes and the two child nodes are removed from the list.
- The previous steps are repeated until only 1 free node remains.
- This free node indicates the root of the tree.

4. Experimental Study

In this study, Turkish texts were compressed without loss by using Static Huffman algorithm and application program was implemented in Delphi 7 (Barengi, 1998) (Cantu, 2006) (Karagülle & Pala, 2001) application development environment. 38 Turkish texts were used in the experiments. These documents are 19 books, 18 theses and various column articles collected from newspapers. The total size of the files is 7,692,848 bytes and this size is sufficient to produce an accurate probability. The purpose of choosing different documents is to provide the variety of selected documents and to be able to extract the most appropriate probabilities for the Turkish language (Korkmaz, 2003).

Firstly, static templates for compress and decompress operations were obtained from documents. 15 compression levels were determined to be used in the experiments. All of the documents were compressed by the developed application at each level and results were examined.

First of all, 1-gram, 2-gram, 3-gram, 4-gram, and 5-gram character's frequencies and probabilities are computed from experimental documents. The first 30 of the probabilities of 1 gram characters are given in Table 1. As seen in the table, the space character has the highest probability value with 13.24%. This character is followed by a, e, i and r characters respectively.

In the experimental documents, upper and lower case letters were examined separately and 134 different Turkish characters were found. However, all 256 characters in the ASCII character table were taken to be placed in the Huffman tree. The reason for this is the possibility that other characters may be encountered in the subsequent compressions. A value of 1 is assigned to the frequency values of characters that not found in the documents. The structure of the Huffman tree does not change because the value of 1 is very small compared to the number of 7,692,848 characters.

In this study, 15 compression levels were determined. Different number of samples were taken from the 1-gram, 2-gram, 3-gram, 4-gram and 5-gram characters for these compression levels and their effects on

compression was observed. In addition, the placement of the characters in the Huffman tree was used in two different ways:

i. The 1-gram characters and others were placed separately in the Huffman tree. A value of 0 is added to the beginning of the Huffman code of 1-gram characters, and a value of 1 is added to the beginning of the other characters. In other words, if the first bit of Huffman code is 0, it indicates the 1-gram characters, if the first bit of Huffman code is 1, it indicates the others characters.

ii. All characters taken in various lengths are completely placed in the Huffman tree.

Table 1 The first 30 of the probabilities for 1-gram characters(Korkmaz, 2003)

No	ASCII Code	Character	Probability (%)
1	32	space	13,24192
2	97	a	8,86559
3	101	e	7,21046
4	105	i	6,83744
5	114	r	5,73261
6	110	n	5,63946
7	108	l	5,01414
8	100	d	3,65926
9	253	ı	3,63379
10	107	k	3,34882
11	116	t	2,60873
12	109	m	2,57154
13	117	u	2,45195
14	121	y	2,38141
15	115	s	2,29160
16	111	o	2,05280
17	98	b	1,75752
18	46	.	1,39566
19	252	ü	1,30252
20	254	ş	1,20017
21	122	z	1,08382
22	103	g	0,91299
23	44	,	0,90760
24	13	carriage return	0,89170
25	10	line feed	0,89170
26	240	ğ	0,79744
27	231	ç	0,79699
28	118	v	0,76748
29	34	"	0,74595
30	104	h	0,73722

Also the frequencies of the characters were used in two different ways and their effect on compression was examined.

i. In the first approach, the frequency values of 1-gram, 2-gram, 3-gram, 4-gram and 5-gram characters were used directly.

ii. In the second approach, frequency values of 1-gram, 2-gram, 3-gram, 4-gram and 5-gram characters were multiplied by the number of characters and used as frequency value. For example, when 3-gram characters are used, the frequency number is multiplied by 3.

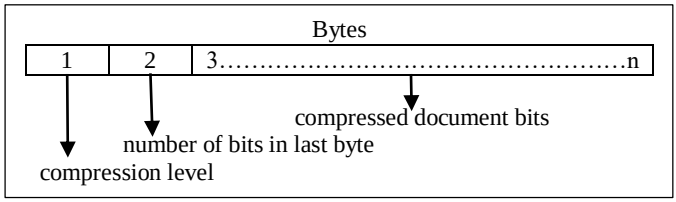


Fig. 1 Structure of the compressed file(Korkmaz, 2003)

The structure of the compressed file is given in Fig. 1. As shown in the figure, the first byte shows the level of compression used. Huffman codes are located from the second byte to the end of the file. Since Huffman codes consist of bits of different lengths, we need to know the actual number of bits in the last byte. The second byte in the compressed file represents the actual number of bits in the last byte. For example, if the data encoded with the Huffman code is 30 bits, it will take up 4 bytes in the file and the last 2 bits are meaningless. In this case, the second byte value should be 6 to indicate that 6 bits in the last byte are used. As a result, when we write the 30-bit Huffman code to the file according to this structure, the size of the compressed file will be 6 bytes.

In Compression Level 1, all of the 1-gram characters (256 characters) are placed in the Huffman tree. Huffman tree type 2 and probability type 1 are selected for this level. The lowest compression gain at this compression level was 23.219%, the highest compression gain was 40.540% and the average compression gain was 38.521%.

In Compression Level 2, all of the 1-gram characters (256 characters) and 300 of the 2-gram characters are placed in the Huffman tree. Huffman tree type 1 and probability type 1 are selected for this level. At this level, the characters in the file to be compressed are examined in pairs. If the 2-gram character is found in the Huffman tree, the Huffman code found is written to the compressed file and the next 2-gram character is checked. If the 2-gram character cannot be found in the Huffman tree, Huffman code of the first character is found in the tree and written to the compressed file. After this process, the characters continue to be used in pairs. The lowest compression gain at this compression level was 22.307%, the highest compression gain was 43.016% and the average compression gain was 39.811%.

In Compression Level 6, all of the 1-gram characters (256 characters), 100 of the 2-gram characters and 300 of the 3-gram characters, are placed in the Huffman tree. Huffman tree type 2 and probability type 2 are selected for this level. In Level 6, the characters in the file are first used in triplicate. If the triple character is found in the Huffman tree, the Huffman code found is written to the file and the next triple character is checked. If the triple character cannot be found in the Huffman tree, the first two of these characters are checked. If this is not found, Huffman code of the first character is found in the tree and written to the compressed file. After this process, the characters continue to be looked at as triplicate. The lowest compression gain at this compression level was 17.477%, the highest compression gain was 45.429% and the average compression gain was 41.347%.

For all compression levels, the number of characters used, Huffman tree type, probability type and the average compression gain obtained are given in Table 2.

Table 2 Comparison of all compression levels(Korkmaz, 2003)

	Number of Characters							
Compression Level	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Huffman Tree Type**	**Probability Type**	**Compression Gain (%)**
1	256	-	-	-	-	2	1	38,521
2	256	300	-	-	-	1	1	39,811
3	256	300	-	-	-	2	1	39,295
4	256	300	-	-	-	1	2	39,811
5	256	300	-	-	-	2	2	40,886
6	256	100	300	-	-	2	2	41,347
7	256	300	100	-	-	2	2	42,321
8	256	-	300	-	-	2	2	42,124
9	256	300	300	-	-	2	2	42,720
10	256	1000	1000	-	-	2	2	45,100
11	256	2500	2500	-	-	2	2	46,269
12	256	1000	1000	1000	-	2	2	47,403
13	256	2500	2500	2500	-	2	2	49,183
14	256	1000	1000	1000	1000	2	2	48,730
15	256	2500	2500	2500	2500	2	2	51,120

Table 3 Compression results of different types of files(Korkmaz, 2003)

File Type	**File Extension**	**Original Size (byte)**	**Compressed Size (byte)**	**Compression Gain (%)**
Excel File	xls	562.688	1.588.602	-182,324
Book Written in English	txt	427.648	299.016	30,079
Picture File	jpg	1.134.085	7.338.947	-547,125
Picture File	bmp	3.151.928	2.786.804	11,584
Executable File	exe	933.888	2.352.700	-151,925

Video File	avi	4.922.078	13.729.973	-178,947
Power Point Presentation File	ppt	784.384	1.980.426	-152,482
Word File	doc	6.057.472	15.141.763	-149,968

As shown in Table 2, the compression gain increases as the number of characters used increases. In the experiments, the highest compression gain was obtained at the compression level 15 with a ratio of 51.12%. In order to prove that this method is more efficient in Turkish texts, experiments have been performed in different file types. The compression results at compression level 15 of the files of different file types are given in Table 3.

When Table 3 is examined, 30,079% compression gain is achieved when the book written in the English language is compressed, and 11,584% compression gain is achieved when the bmp extension image file is compressed. In other types of files, compression gain could not be achieved and even the size of the files increased.

5. Conclusion

In this study, the optimization of compression ratio in the compression of Turkish texts is investigated by using Static Huffman algorithm. The distinctive property of this study compared to the other studies is that it is accepted that upper and lower case letters of the Turkish alphabet and all of the ASCII characters could be found in the texts to compress.

The frequencies of 1-gram, 2-gram, 3-gram, 4-gram and 5-gram character sets are obtained from 38 Turkish texts written in different fields. These character sets are placed in different combinations in the Huffman tree and 15 different compression levels are determined. The average compression gain of each level is calculated by compressing the Turkish texts in the test set. As a result, the highest compression gain was obtained at the 15th compression level with a rate of 51.12%.

In addition to the Turkish text, the developed method was also used to compress different file types. It has been observed that the method used in these file types causes expansion rather than compression. It was concluded that the developed method was more efficient in compressing Turkish texts.

References

Barengi, R. (1998). *Delphi 3'e bakış*: Seçkin.

Cantu, M. (2006). *Mastering Delphi 6*: John Wiley & Sons.

Çiftçisoy, Y. (1996). *Turkish Text Compression Using Huffman Coding.* (MSc), Middle East Technical University, Ankara.

Dalkilic, G. (2001). *Günümüz Yazili Türkcesinin Istatistiksel Özellikleri ve Bir Metin Sikistirma Uygulamasi.* (MSc), Ege Univ., Izmir , Turkey.

Diri, B. (1999). *Türkçe'nin biçimbilim yapısına dayalı bir metin sıkıştırma sistemi.* (PhD), Yildiz Technical University,

Diri, B. (2001). Content Based Compression of Turkish Documents. *Pakistan Journal of Applied Sciences, 1*(4), 446-451.

Huffman, D. A. (1952). A method for the construction of minimum-redundancy codes. *Proceedings of the IRE, 40*(9), 1098-1101.

Karagülle, İ., & Pala, Z. (2001). *Borland Delphi 5*. İstanbul: Türkmen Kitabevi.

Korkmaz, S. (2003). *Türkçe metinlerin statik Huffman algoritması kullanılarak sıkıştırılmasında sıkıştırma oranı optimizasyonu.* (MSc), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Nelson, M., & Gailly, J.-l. (1995). The data compression book 2nd edition. *M & T Books, New York, NY*.

Salomon, D., & Motta, G. (2010). *Handbook of data compression*: Springer Science & Business Media.

Selçuk, A. A. (1995). *Word-based compression in full-text retrieval systems.* (MSc), Bilkent University, Ankara.

Şimşek, H. (1993). *Morphological Data Compression On Turkish Texts.* (MSc), Middle East Technical University, Ankara.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

MICRO ARTIFICIAL ALGAE ALGORITHM (µAAA) FOR SOLVING HIGH DIMENSIONAL OPTIMIZATION PROBLEMS

Hüseyin Samet Can[1] & Sait Ali Uymaz[2]

1(); Konya Technical University, Computer Engineering, Konya-Turkey, hscan@ktun.edu.tr
2 (Asst. Prof. Dr.); Konya Technical University, Computer Engineering, Konya-Turkey, sauymaz@ktun.edu.tr

Abstract: In recent years, metaheuristic algorithms have been frequently used to solve optimization problems. These solution methods do not provide sufficient time and cost benefit in complex and high parameter optimization problems. However, due to the lighter hardware requirements and the possibility of working in embedded systems with memory saving approach, Micro-Metaheuristic Algorithm methods have been proposed in the literature. Many Micro-Metaheuristic Algorithms have been introduced by the researchers in the form of micro structures that enable them to produce solutions at a lower cost by developing solutions to accelerate problem solving such as creating and re-updating small-sized populations and protection of individuals.
In this paper, using a low population on the Artificial Algae Algorithm (AAA) and the auxiliary methods added without disturbing the working structure of the algorithm, a Micro-Artificial Algae Algorithm (µAAA) is proposed. In order to test the performance of the algorithm, five well known test functions have been selected and the results were analyzed by comparing with the basic AAA, Micro-Bacterial Foraging Algorithm (µ-BFOA) and Micro-Particle Swarm Optimizer (µPSO) algorithms.

Keywords: Artificial Algae Algorithm, High Dimensional Optimization Problems, Micro Algorithms

INTRODUCTION

Optimization problems are defined in mathematical expressions, especially for optimal solution of real-life problems. These problems are classified according to the number of objective or restriction functions, the structure of the function, the characteristic of the objective function, the type of design variables, the uncertainty of values and the difficulty of calculation [1]. Also according to the number of objective functions; single and multi-purpose, according to the restriction functions; unrestricted, equality constrained and unequal constrained, according to characteristic functions; It is divided into single modal, multi modal and hybrid. Various methods have been developed to solve optimization problems. These methods can be grouped as deterministic and stochastic methods. Classical

algorithms are deterministic and always follow the same path with the same starting points. Modern optimization algorithms, on the other hand, are metaheuristic. They do not always guarantee the optimum, but they offer quality solutions. Therefore, studies on metaheuristic algorithms continue to find better quality solutions.

Metaheuristic algorithms are often handled with inspiration from nature or living life and aim to provide appropriate solutions to optimization problems. Turing's work structure was described as an heuristic algorithm by Alan Turing, who broke the German Enigma codes at Bletchley Park during the World War II [1]. The first use of the concept of metaheuristic is the study of Fred Glover's Taboo Search (TS) algorithm in 1986 [2]. Metaheuristic algorithms often require large populations. There are 2 reasons for this; more individuals allow more exploration of search space and reduce the possibility of early convergence (early convergence occurs when all population individuals are very similar) [3]. In high-dimensional problems, the exploration of search space with large populations entails considerable time and calculation costs. In this case, it encouraged researchers to work with smaller populations.

The term Micro Algorithm (μ-algorithm) refers to algorithms that try to find solutions to optimization problems of population-based metaheuristic algorithms with very small populations. μ-Algorithms are generally used in embedded systems. The reason for this has been used in a variety of applications due to the lighter hardware requirements and the possibility of working in embedded systems with a memory-saving approach [4]. Using a small population reduces the number of function calls, but due to lack of diversity, it also increases the risk of early convergence, such as stagnation. The problem of early convergence refers to the situation in which the population approaches a non-optimal solution (local best) [5]. This often occurs when the population loses its diversity and fails to derive local optimal solutions. In this case, the algorithm proceeds slower than usual and prevents better results. To alleviate this negative state of the μ-algorithm, the researchers used various auxiliary features. In this paper, Micro-particle swarm optimizer (μPSO), one of the algorithms we compare, has reduced the size of the population, thus avoiding the difficulties experienced in the higher dimension [6]. In addition, the results of the individuals far from the optimum are kept in a black list, and every new iteration of Coulomb's law help avoiding the results in this black list, a performance algorithm was developed. Micro-Bacterial Foraging Algorithm (μBFOA), which the other algorithm for compare, the

population number was reduced to 3 and population update and generation method was used. In this method, the best individual is kept after each iteration. The 2nd best person is approaches to the 1st person and the 3rd person is randomly reconstructed. The purpose of random creation of the third individual is defined as providing diversity.

In the light of this information, a micro study based on μBFOA has been performed on the Artificial Algae Algorithm (AAA) which has proven itself in the solution of optimization problems.

METHODS

Artificial Algae Algorithm (AAA)

AAA is a metaheuristic optimization algorithm introduced in 2015 inspired by the behavior of artificial algae. Artificial algae, like a real life alga, moves towards the light source to perform photosynthesis and its movement is helical swimming. It can adapt to the environment, change the dominant species and multiply by mitosis. Each solution in the problem space corresponds to an artificial alg colony. The number of algae cells in each alg colony is equal to the problem size. Optimum is achieved when a colony of algae reaches an ideal solution. AAA consists of 3 basic steps. These; helical movement, adaptation and evolutionary process [7]. The psuedo code of the AAA is given in Fig. 1.

Figure 1 Pseudo code of AAA

Algorithm 1: AAA	
1:	generate an initial population of *n* algal colonies with random solutions
2:	evaluate $f(x_i), i = 1,2,\ldots,D$
3:	**while** stopping condition not reached **do**
4:	**for** i = 1 to n **do**
5:	**while** energy of *i*th colony not finished **do**
6:	modify the colony with helical movement
7:	**end while**
8:	**end for**
9:	apply evolutionary strategy
10:	apply adaptation strategy
11:	**end while**

Helical Movement

Artificial algae cells move helically towards light. The energies determine whether the colony will be displaced in space as a result of each helical movement. At the beginning of each cycle, the energy is calculated in proportion to the colony size, which indicates the quality of the solution.

Adaptation

Adaptation is the process by which an algal colony that does not grow sufficiently tries to resemble the largest algal colony in the environment. The determined fasting level as a result of helical movement is used. While the hunger level does not change in the colony that leads to a better solution, the hunger level of the worsening colony increases. After each helical movement, the colony with the highest fasting value undergoes adaptation. The adaptation parameter is determined by the adaptation parameter (Ap). Ap is a fixed value in the range [0,1] and is compared to a random number in this range, if the number is less than the parameter Ap, the adaptation process is executed [8].

Micro Artificial Algae Algorithm (µAAA)

An µAAA has been created by taking µBFOA as an example. In this structure, the population was primarily taken as 3. Then, at the end of each iteration, changes were made in individuals. For this change, individuals were ranked according to function value and the first individual was stored and moved to the next iteration. The second individual was tried to be brought closer to the first individual. The third individual was randomly created to provide diversity.

RESULTS *AND DISCUSSION*

Benchmark Set

The functions to be tested are Rastrigin, Griewank, Ackley, Rosenbrock, Schewefel, which are well known in the literature. Mathematical expressions of these functions, search space and minimum value to be reached are given in Table 1. These functions are defined as F1, F2, F3, F4, F5 and F6 respectively.

Results

Table 2 shows the values of Dimension, Shear Force, Energy Loss and Adaptation Parameters used to operate the developed µAAA and base AAA. In addition, the base AAA population values for the first performance comparison were tested by taking 3 and 40 separately. The performance comparison was performed at 5000 Fitness Evaluations (Fes) and 500 dimensions with 10 independent runs. Minimum (min), mean and standard deviation (std) values were taken into consideration in the comparison. As shown in Table 3, the best min values belong to µAAA. When examined in more detail, it is seen that F1 and F2 functions reach the optimum value. In the F3 function, it is seen that it is nearly as close as

the optimum value. In the standard deviation values of F1, F3 and F6 functions, µAAA has higher values.

Table 1 Benchmark Functions

No.	Function Name	Equation	Search Range	Minimum
F1	Rastrigin	$\sum_{n=1}^{N}[x_n^2 - 10\cos(2\pi x_n) + 10]$	[-2,2]	0
F2	Griewank	$1 + \frac{1}{4000}\sum_{n=1}^{N} x_n^2 - \prod_{n=1}^{N}\cos\left(\frac{x_n}{\sqrt{n}}\right)$	[-10,10]	0
F3	Ackley	$20 + e - 20\exp\left(-0.2\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} x_n^2}\right) - \exp\left(\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}\cos(2\pi x_n)\right)$	[-2,2]	0
F4	Rosenbrock	$\sum_{n=1}^{N-1}[100(x_{n+1} - x_n^2)^2 + (x_n - 1)^2]$	[-2,2]	0
F5	Schwefel	$-\sum_{n=1}^{N} x_n \sin\left(\sqrt{\lvert x_n\rvert}\right)$	[-500,500]	-416.99x500
F6	Schwefel v2	$418.9829n + \sum_{n=1}^{N} x_n \sin\left(\sqrt{\lvert x_n\rvert}\right)$	[-500,500]	0

Table 2 Parameters of base AAA and µAAA

Parameters	Values
Dimension	500
Shear Force	2
Energy Loss	0.3
Adaptation Parameter *(Ap)*	0.5

Table 3 Results of µAAA, AAA (Pop: 40) and AAA (Pop: 3)

Functions		µAAA	AAA (Pop: 40)	AAA (Pop: 3)
1	Best	**0.0000e+00**	3.6080e+03	3.7219e+03
	Mean	**1.1771e+03**	3.7535e+03	4.6558e+03
	SD	8.2884e+02	**7.5214e+01**	4.8873e+02
F2	Best	**0.0000e+00**	2.3505e+00	2.9789e+00
	Mean	**0.0000e+00**	2.5794e+00	3.2286e+00
	SD	**0.0000e+00**	1.1466e-01	2.2556e-01
F3	Best	**7.9936e-15**	4.1126e+00	4.6372e+00
	Mean	**8.7041e-15**	4.3729e+00	4.8335e+00
	SD	**2.2469e-15**	1.7517e-01	1.5033e-01
F4	Best	**4.9865e+02**	4.8545e+04	7.22450e+04
	Mean	**4.9888e+02**	5.8222e+04	1.01348e+05
	SD	**1.2989e-01**	7.2285e+03	1.94408e+04
F5	Best	**-1.0866e+05**	-4.2899e+04	-3.8757e+04
	Mean	**-9.6893e+04**	-4.0837e+04	-1.6940e+04
	SD	2.8195e+04	**1.7316e+03**	9.3647e+03
F6	Best	**1.17167e+05**	2.00768e+05	2.04351e+05
	Mean	**1.20650e+05**	2.01441e+05	2.06593e+05
	SD	2.26638e+03	**4.04179e+02**	1.35221e+03

After the developed µAAA showed good results, a similar comparison was made with µBFOA (Table 4). This study was conducted with 10 independent runs of 5000 Fes and 500 dimensions as the first comparison. Furthermore, the functions determined in µBFOA were compared with F1, F2, F3, F4 and F5. Table 4 shows successful results against µBFOA in all values except the standard deviation in F1 and F6.

Table 4 Results of µAAA and µBFOA

Functions		µAAA	µBFOA
F1	Best	**0.00000e+00**	2.15120e+03
	Mean	**1.17712e+03**	2.2850e+03
	SD	8.28849e+02	**3.65299e+01**
F2	Best	**0.00000e+00**	2.5401e+00
	Mean	**0.00000e+00**	2.7074e+00
	SD	**0.00000e+00**	0.0394e+00
F3	Best	**7.99360e-15**	3.5924e+00
	Mean	**8.70414e-15**	3.8175e+00
	SD	**2.24693e-15**	0.1128e+00
F4	Best	**4.98658e+02**	4.57482e+04
	Mean	**4.98883e+02**	4.90355e+04
	SD	**1.29899e-01**	1.7455e+03
F5	Best	**-1.08662e+05**	-9.65585e+04
	Mean	**-9.68937e+04**	-9.30796e+04
	SD	2.81954e+04	**2.0679e+03**

Another comparison algorithm was µPSO. In order to have an equal comparison here, the results were obtained by 1000 independent run in 3000 Fes and 500 dimensions as in µPSO (Table 5). Mean and standard deviation values of F1, F2, F3, F4 and F6 test function results used in µPSO were compared. When the table is examined, it is seen that F2 has reached the optimum value and µAAA gives successful values in all values except for the standard deviation value of F1.

Table 5 Results of µAAA and µPSO

Functions		µAAA	µPSO
F1	Mean	**1.35328e+03**	1.60981e+03
	SD	1.19304e+03	**3.0144e+02**
F2	Mean	**0.00000e+00**	1.40e+00
	SD	**0.00000e+00**	0.11e+00
F3	Mean	**7.99360e-15**	4.13e+00
	SD	**0.00000e+00**	0.14e+00
F4	Mean	**4.98917e+02**	1.41658e+04
	SD	**9.87111e-02**	4.56785e+03
F6	Mean	**1.20650e+05**	1.23536e+05
	SD	**2.26638e+03**	5.52960e+03

CONCLUSION

In this paper, its mentioned how micro-metaheuristic algorithms emerged and to improve the proven AAA in the literature an µAAA has been developed that exemplifies µBFOA. µAAA was compared with base AAA with 3 and 40 populations and its results are shared. It was observed that it was successful. Similarly, µBFOA and µPSO were compared and their results were found to be superior.

The success of this micro-study on AAA makes it possible to test for more complex optimization problems and show that this algorithm can be developed with different methods.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors wish to thank Konya Technical University Scientific Projects Coordinatorship for their institutional supports.

REFERENCES

1. Yang, X. S. (2010). Firefly algorithm, stochastic test functions and design optimisation. *arXiv preprint arXiv:1003.1409*.
2. Taillard, É. (1991). Robust taboo search for the quadratic assignment problem. *Parallel computing*, *17*(4-5), 443-455.

3. Sidorov, G., Miranda-Jiménez, S., Viveros-Jiménez, F., Gelbukh, A., Castro-Sánchez, N., Velásquez, F., ... & Gordon, J. (2012, October). Empirical study of machine learning based approach for opinion mining in tweets. In *Mexican international conference on Artificial intelligence* (pp. 1-14). Springer, Berlin, Heidelberg.
4. Caraffini, F., Neri, F., Iacca, G., & Mol, A. (2013). Parallel memetic structures. *Information Sciences*, *227*, 60-82.
5. Lampinen, J., & Zelinka, I. (2000, June). On stagnation of the differential evolution algorithm. In *Proceedings of MENDEL* (pp. 76-83).
6. Zhang, J., Wang, J., & Yue, C. (2011). Small population-based particle swarm optimization for short-term hydrothermal scheduling. *IEEE Transactions on Power Systems*, *27*(1), 142-152.
7. Uymaz, S. A., Tezel, G., & Yel, E. (2015). Artificial algae algorithm (AAA) for nonlinear global optimization. *Applied Soft Computing*, *31*, 153-171.
8. He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 770-778).

BIOMEDICAL ENGINEERING
BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

COMPUTATIONAL BINDING ANALYSIS OF PINOSTROBIN WITH HUMAN SERUM ALBUMIN

Esma Eryilmaz*

*Selcuk University, Faculty of Technology
Department of Biomedical Engineering,
Selçuklu, Konya, Turkey
eeryilmaz@selcuk.edu.tr

*Corresponding author: eeryilmaz@selcuk.edu.tr (Esma ERYILMAZ)

Abstract: Flavonoids form a wide range of chemical structures and they are mostly found in plants. They are popularly used in medicinal chemistry. Because of their bioactive characteristics, flavonoids have been found a common place in plan-based drug discovery researches. Pinostrobin, a member of flavonoids family, has also been investigated for therapeutic effect on a variety of diseases and positive change has been reported in many in vitro and in vivo studies in literature. As one of the essential elements of blood plasma in human body, serum albumin plays an important role on the pharmacological effect of a ligand molecule. Therefore, we, in this study, explored the theoretical binding affinity of pinostrobin with the blood protein human serum albumin.

Keywords: *Human albumin, pinostrobin, in silico, molecular docking.*

1. INTRODUCTION

Flavonoids form an important class of polyphenol secondary metabolites and broadly found in nature both in plants and in diets. Their structure is basically formed by carbon rings of C_6-C_3-C_6 [1]. With different substitution of the C_6 rings, approximate 9000 flavonoids have been reported so far [2]. Their biological activity has been extensively studied on a various types of health problem and their pharmacological properties such as anti-viral, anti-cancer, anti-inflammatory, anti-aging have been experimentally proved [3, 4].

Pharmacological effect of pinostrobin on different types of cell cultures such as human breast cancer cell line MCF-7, human mammary carcinoma, or human leukemic cells have been studied in vitro [5, 6]. Based on those and more study, research on the therapeutic activity of pinostrobin has received an increasing interest. Moreover, its nontoxic

property has also been evaluated based on an animal study of wistar rats with calculated LD_{50} value of more than 500 mg / ml [7]. Therefore, as a natural bioactive compound, pinostrobin gathers a significant interest as a candidate of herbal drug investigations in recent studies.

Interaction of bioactive compounds with blood plasma is of important issue. Some important therapeutic parameters such as circulatory half-time of a drug, rapid renal clearance, or degradation is closely related to how strong a drug interact with plasma protein [8]. Significant part of plasma proteins is formed by serum albumin. Serum albumin or simply referred as albumin plays significant roles on variety of biological functions such as regulating oncotic pressure, transforming nutrients, or balancing plasma pH.

Heart shaped structure of albumin has multiple binding sites which is used as carrier for both endogenous compounds like ligands and exogenous drug molecules [9, 10]. Therefore, we, in this study, investigated the binding interaction of therapeutic flavonoid, pinostrobin with plasma protein human serum albumin.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Pinostrobin structure preparation

Pinostrobin is a compound recorded with the identification number of 73201 in PubChem. The sdf file of pnostrobin obtained from PubChem was converted to pdb using PyRX software [11]. Energy minimization of pinostrobin was performed with using the force field of uff and the optimized 3D structure produced by Avogadro softwares [12].

2.2. Calculation of physic-chemical parameters

SMILES notation of our ligand molecule pinostrobin was fed into the Molinspiration cheminformatics software to calculate molecular physico-chemical properties such as partition coefficient, topological polar surface area, number of hydrogen bond donor and hydrogen bond acceptors, the number of rotatable bonds, molecular volume and molecular weight and the number of heavy atoms.

2.3. Molecular pharmaceutical properties of pinostrobin

Molecular structural, physical, and chemical properties of a molecule give information regarding whether that molecule could be considered as a candidate of biologically active therapeutic agent. Therefore, we

explored some molecular properties of pinostrobin using the SMILES code provided in Table 1 by inserting that into the Molinspiration software. The calculated results of these molecular physico-chemical properties were discussed in results section.

Table 1: Canonical SMILES code of pinostrobin obtained from PubChem website.

Compound	SMILES
Pinostrobin	COC1=CC(=C2C(=O)CC(OC2=C1)C3=CC=CC=C3)O

2.4. Target molecule preparation

Albumin source file was downloaded from the Protein Data Bank, https://www.rcsb.org/ as a complex. The crystal tructure of human serum albumin was cleaned using ArgusLab, which is a molecular modelling software package (http://www.arguslab.com/arguslab.com/ArgusLab.html). The cleaned pdb file of the protein was saved and used for the docking procedure.

2.5. Molecular docking

Molecular docking was performed using PyRX, an open source virtual screening software [11]. The association constant of albumin-pinostrobin complex was calculated using the free energy formula [13]. Visualization and analysis of the docking procedure of pinostrobin - albumin complex were performed by PyMol, an open-source molecular graphics system [14].

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Molecular properties of pinostrobin

The molecular pysico-chemical properties of a ligand molecule are used to evaluate how good drug candidate that molecule could be in terms of the pysico-chemical properties of the approved drug molecules by The Federal Drug and Disease Association (FDA) of USA. According to the commonly used drug likeness criteria, ‘Lipinski’s rule of five’, pinostrobin obeys all of five criteria. Detailed discussion of the molecular properties will be given in the detailed manuscript later.

3.2. Molecular docking

The docking procedure performed by PyRX was resulted in the eight lowest energy binding pose. The most stable pose is considered as the one with the lowest energy, although it is not guaranteed. Therefore, our computation gave the binding pose shown in Figure 1a and Figure 1b with a binding energy of -8.4 kcal/mol.

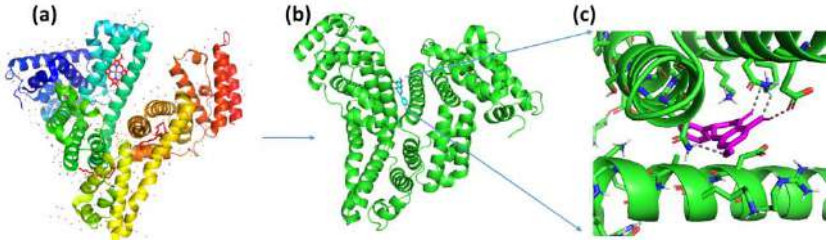


Figure 1: a)Human serum albumin (1N5U) structure, b) 1N5U 3D structure docking with our ligand pinostrobin, c) Close view of active binding site.

3.3. Interaction analysis of the docking results

The docking results of AutoDock Vina were successfully recorded eight most favorable binding poses of the HAS-pinostrobin complex. According to the results, the binding energy of the best binding pose was resulted in an interaction energy of -8.4 kcal/mol among the 8 binding poses recorded. The pose showing the lowest energy was accepted as a favorable binding position of the complex structure. When we analyze the interactions favored this pose as the best, we have found that four polar interactions were produced. Those interactions produced the total binding affinity of -8.4 kcal/mol which is a quite favorable energy for a drug-target interaction analysis.

4. CONCLUSION

Molecular docking procedure is commonly used strategy to investigate the binding interactions between a macromolecule and a small molecule in the field of computer aided drug design. As one of the widely explored flavonoids, pinostrobin has been used in many disease conditions as a bioactive agent. The results showed that this bioactive molecule deserves a detailed characterization to understand the experimental pharmaceutical

results better. Therefore, we in this study provided a computational binding analysis between human serum albumin with a plant based bioactive agent in further research.

REFERENCES

1. Isoda, H., Motojima, H., Onaga, S., Samet, I., Villareal, M. O., & Han, J. (2014). Analysis of the erythroid differentiation effect of flavonoid apigenin on K562 human chronic leukemia cells. Chemico-biological interactions, 220, 269-277.
2. Wang, Y., Chen, S., & Yu, O. (2011). Metabolic engineering of flavonoids in plants and microorganisms. Applied Microbiology and Biotechnology, 91(4), 949.
3. Krych, J., & Gebicka, L. (2013). Catalase is inhibited by flavonoids. International journal of biological macromolecules, 58, 148-153.
4. Ragab, F. A., Yahya, T. A. A., El-Naa, M. M., & Arafa, R. K. (2014). Design, synthesis and structure–activity relationship of novel semi-synthetic flavonoids as antiproliferative agents. European journal of medicinal chemistry, 82, 506-520.
5. Gu, C., Fu, L., Yuan, X., & Liu, Z. (2017). Promoting effect of pinostrobin on the proliferation, differentiation, and mineralization of murine pre-osteoblastic MC3T3-E1 cells. Molecules, 22(10), 1735.
6. Xian, Y. F., Ip, S. P., Lin, Z. X., Mao, Q. Q., Su, Z. R., & Lai, X. P. (2012). Protective effects of pinostrobin on β-amyloid-induced neurotoxicity in PC12 cells. Cellular and molecular neurobiology, 32(8), 1223-1230.
7. Charoensin, S., Punvittayagul, C., Pompimon, W., Mevatee, U., & Wongpoomchai, R. (2010). Toxicological and clastogenic evaluation of pinocembrin and pinostrobin isolated from Boesenbergia pandurata in Wistar rats. Thai Journal of Toxicology, 25(1), 29-40.
8. Sleep, D., Cameron, J., & Evans, L. R. (2013). Albumin as a versatile platform for drug half-life extension. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects, 1830(12), 5526-5534.
9. Kratz, F. (2008). Albumin as a drug carrier: design of prodrugs, drug conjugates and nanoparticles. Journal of controlled release, 132(3), 171-183.

10. Kratz, F., & Beyer, U. (1998). Serum proteins as drug carriers of anticancer agents: a review. Drug delivery, 5(4), 281-299.
11. Dallakyan, S., & Olson, A. J. (2015). Small-molecule library screening by docking with PyRx. In Chemical biology (pp. 243-250). Humana Press, New York, NY.
12. Hanwell, M. D., Curtis, D. E., Lonie, D. C., Vandermeersch, T., Zurek, E., & Hutchison, G. R. (2012). Avogadro: an advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform. Journal of cheminformatics, 4(1), 17.
13. Morris, G. M., Goodsell, D. S., Pique, M. E., Lindstrom, W., Huey, R., Forli, S., ... & Olson, A. J. (2009). AutoDock Version 4.2: Automated docking of flexible ligands to flexible receptors. Molecular Graphics Lab, The Scripps Research Institute, La Jolla, California.
14. Schrodinger, L. L. C. (2008). The PyMOL Molecular Graphics System Version 1.2 r3pre.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

COMPUTATIONAL INTERACTION ANALYSIS OF ESTROGEN RECEPTOR WITH LIGANDS FOR TREATMENT OF BREAST CANCER

Esma Eryilmaz*

*Selcuk University, Faculty of Technology
Department of Biomedical Engineering,
Selçuklu, Konya, Turkey
eeryilmaz@selcuk.edu.tr

*Corresponding author: eeryilmaz@selcuk.edu.tr (Esma ERYILMAZ)

Abstract: As one of the most leading cancer death, breast cancer needs to be investigated at molecular level in more detail both in vitro and in vivo. Based on that, the targeted therapy in not only breast cancer but also other types of cancer is gaining more attention. We, in this study, provide a computational binding analysis of estrogen receptor which is an important target in hormone therapy of breast cancer with the commonly known ligand molecules in literature. To do that, we used molecular modeling and molecular docking procedure. The docking results were analyzed using PyRx and PyMol visualization softwares.

Keywords: *Estrogen receptor, breast cancer, in silico, molecular docking.*

1. INTRODUCTION

Breast cancer or breast carcinoma is the second most common type of cancer in women, but it is also seen rare cases in men. It is described by uncontrolled growth of epithelial cells in the breast. Breast cancer is also the second leading cause of cancer after lung cancer according to the National Cancer Institute, USA.

Breast cancer is not one disease. There are many classifications depending on clinical, topological, or biological parameters. According to World Health Organization, there are twenty major types of cancer [1]. In most cases, breast carcinoma does not cause any pain or complaint, until it spreads to nearby body parts or tissues.

With increasing classification based on different mechanism and pathways, breast carcinoma resulted in the presence of fundamental targets for prognosis and treatment. The hormonal targets constitute a significant

part with especially estrogen receptor (ER). Receptor protein Estrogen is bound with natural ligand estradiol, and synthetic ligand tamoxifen, a drug molecule. We, in this study, investigated in the binding affinity and the types of binding between natural and synthetic ligands using computational techniques.

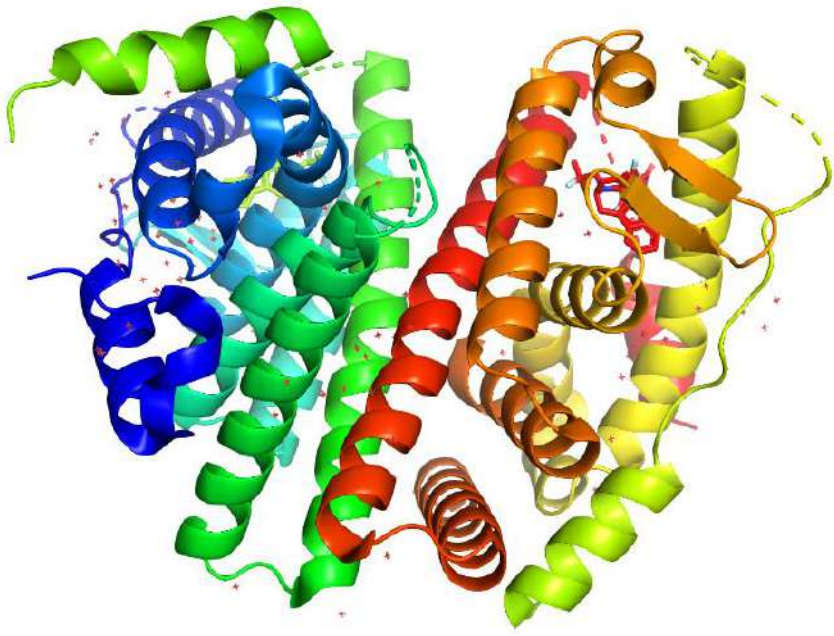


Figure 1: The 3D structure of estrogen receptor with bound ligands and water molecules.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Ligand structures preparation

Estradiol and Tamoxifen canonical SMILES were obtained from the PubChem website of National Institutes of Health (NIH), USA with the identification numbers of 5757 and 2733526, respectively. The canonical SMILES codes given in Table 1 were taken from the same website to be used for molecular analysis. The sdf file of the molecules were saved from PubChem and used in PyRx software [2].

Table 1: Canonical SMILES code of ligand molecules obtained from PubChem website.

Compound	Canonical SMILES
Estradiol	CC12CCC3C(C1CCC2O)CCC4=C3C=CC(=C4)O
Tamoxifen	CCC(=C(C1=CC=CC=C1)C2=CC=C(C=C2)OCCN(C)C)C3=CC=CC=C3

The 2D structures of the ligand molecules shown in Figure 2 were downloaded from the website of Drugbank https://www.drugbank.ca/ [3]. Geometry minimization of the ligand molecules were done with Open Babel tab in PyRX and minimized.

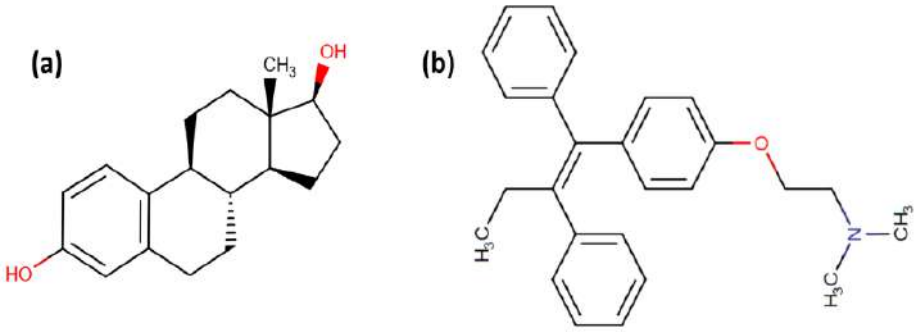


Figure 2: The 2D structures of (a) Estradiol and (b) Tamoxifen.

2.1. Target molecule preparation

Estrogen receptor source file was downloaded from the Protein Data Bank, http://www.rcsb.org/ as a complex form. [4]. The crystal tructure of ER was cleaned by removing miscellaneous parts using ArgusLab, which is a molecular modelling software package (http://www.arguslab.com/ arguslab.com/ArgusLab.html) [5]. The cleaned pdb file of the target protein was saved and used for the docking procedure.

2.2. Molecular docking

Molecular docking of both ligand molecules into the estrogen receptor was performed using PyRX [2]. The interaction energy of the docked structure of the complex molecule was calculated by the program and the best poses were reported with the 3D structure of the poses and their energies. Visualization of the docking poses was performed by PyMol, an open-source molecular graphics system [6].

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Molecular docking

Binding affinity of a ligand with a receptor molecule is often theoretically studied with *in silico* docking procedure. Docking actually is a simulation procedure of the interaction profile of a drug or bioactive molecule with a drug target, mostly proteins. We, in this study, try to investigate the theoretical binding affinity of the estrogen receptor with experimentally observed ligand molecules estradiol and tamoxifen. Their complex structure upon with molecular docking was shown in Figure 2. The lowest energy binding pose of the two cases was computationally calculated and observed as in Figure 3.

The association constant of the bounded complex of Estrogen with the ligands will be calculated using the lowest binding energy and the Gibbs free energy formula as described in elsewhere.

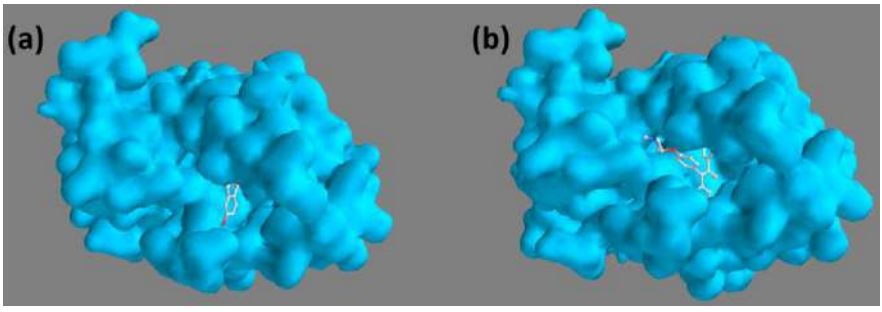


Figure 3: Estrogen receptor (6SQ0) – Estradiol (a) and Estrogen receptor (6SQ0) – Tamoxifen (b) complex structure after molecular docking process.

The docking results obtained by PyRX virtual screening tool and shown in Figure 3 will be analyzed in terms of binding energy, binding pose and association constant later in detail.

3. CONCLUSION

Molecular docking procedure is used to investigate the binding interactions between Estrogen receptor and ligand Estradiol and Tamoxifen. The most favorable binding pose was obtained with the details of the interaction types and coordinates. This theoretical binding analysis of the hormone receptor estrogen with ligands is considered to give insight to the future estrogen-ligand interaction studies.

REFERENCES

1. Vajpeyi, R. (2005). WHO classification of tumours: pathology and genetics of tumours of the breast and female genital organs.
2. Dallakyan, S., & Olson, A. J. (2015). Small-molecule library screening by docking with PyRx. In Chemical biology (pp. 243-250). Humana Press, New York, NY.
3. Wishart, D. S., Feunang, Y. D., Guo, A. C., Lo, E. J., Marcu, A., Grant, J. R., ... & Assempour, N. (2017). DrugBank 5.0: a major update to the DrugBank database for 2018. *Nucleic acids research*, *46*(D1), D1074-D1082.
4. Berman, H. M., Battistuz, T., Bhat, T. N., Bluhm, W. F., Bourne, P. E., Burkhardt, K., ... & Fagan, P. (2002). The protein data bank. *Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography*, *58*(6), 899-907.
5. Thompson, M. A. (2004). ArgusLab 4.0. 1. *Planaria Software LLC, Seattle, WA*.
6. Schrodinger, L. L. C. (2008). The PyMOL Molecular Graphics System Version 1.2 r3pre.

BIOENGINEERING
BİYOMÜHENDİSLİĞİ

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

INVESTIGATION OF CONTROLLED DRUG DELIVERY FROM DEXTRAN REINFORCED PEGDA HYDROGEL SCAFFOLDS

Ecem (Ayhan) Önal[1] & Sinan Akgöl[2]

[1]*Bioengineering Department, İzmir Institute of Technology, İzmir*
[2] *Biochemistry Department, Ege University, İzmir*

Abstract: Tissue scaffold systems are useful tools with biocompatible and biodegradable spesifications as well as controlled drug delivery devices. Hydrogel scaffolds have the advantage of facilitation to integrate natural polymers and provide to the scaffolds higher biocompatibility and hydrophilicity. In this study, dextran as a natural polymer and poly (ethylene glycol diacrylate) (PEGDA) as a synthetic polymer were integrated in the same hydrogel system and synthesized by radical photopolymerization. FT-IR, scanning electron microscopy and swelling analysis were showed that hydrogel scaffolds were successfully synthesized. Biocompatibility tests and hydrolytic biodegradation tests are also performed respectively. 70% of hydrogels degrades under physiological conditions up to 3 months. After characterization analysis, controlled drug delivery application was carried out with gentamycin sulphate as model drug to show promising delivery features of hydrogel scaffolds. Dextran reinforced hydrogels exhibits 90% delivery in 5 days which has approximately swelled to 45% in 4 hours. These results were leaded to consider that the delivery kinetics depends on the concentration gradient and the degradation of the scaffolds simultaneosly. In progressive aspects, suggested hydrogels can be ideal tissue scaffold systems to controlled delivery of different therapeutic drugs without surgical intervention for removing of hydrogels from targeted tissue.

Keywords: PEGDA, Dextran**,** Hydrogels, Drug delivery, Biodegradation, Biomaterials.

1 INTRODUCTION

Biomaterials can carry out the functions of living tissue, supply an enviroment for cell proliferation and support the target tissue mechanically. These materials may be synthetic, natural or both of them and they should be biocompatible, less toxic when interfere with the body fluids and tissues (Hoffmann, 2002). Metallic, ceramic biomaterials are widely used for medical implants but these materials do not have the tunable mechanical properties and do not have controllable parameters as well as polymeric materials. Although, there is not one type of polymeric system can be considerable as an ideal biomaterial because of the variety of applications and complicated tissue environment. Chemical composition, molecular weight, shape and structure of tissue, hydrophilic/

hydrophobic properties are some of the parameters that can be changed of polymeric biomaterials according to the target tissue and its microenvironment (Hoffmann, 2002). For the tissue regeneration applications, porous structured tissue scaffolds are used to provide formation of extracellular matrix and to trigger of synthesis of other biological molecules and besides application of controlled drug release (Peppas, 1997). Different types of natural and synthetic polymers were used to synthesis of tissue scaffolds.

Synthetic polymers are mechanically stable, reusable, controllable chemical properties and rate of biodegradation. Latest studies about scaffolds are mostly interested in integration of natural polymers to synthetic polymers to obtain entangled or embedded polymeric networks (Dragan, 2014). According to Hoffman (2002), these polymeric networks have promising biocompatibility properties.

As a natural polymers, proteins or polysaccarides have many functions for the microenvironment like communication with cell membrane or demonstration of hydrophilic structure for the synthetic part of the biomaterial. Dextran is one of well-known polysaccaride and generally obtain from the bacterial enzymes (from *Leuconostoc* and *Streptococcus* strains*)* which has α-1,6-d-glucopryranose. There are several spesific patented products (CytodexTM, Sephadex etc.) that usable in tissue scaffold applications derived from dextran as cell microcarriers (Levesque et al., 2006). In the last decades, number of wound dressing studies with dextran hydrogel systems were increased and dextran is useful polysaccaride with easy handling properties (Lin et al., 2017). Dextran also give chance to modify with functional groups such as methacrylate to hydrogel systems (Liu et al., 2009).

Polymerization technique is important parameter to integrate the natural polymers to the synthetic systems. In this study, free radicalic polymerization was used to synthesis. This technique is a favorable polymerization technique for the synthesis of tissue scaffolds because of its working conditions for example room temperature and photointiator effect (Peppas et al., 2000). When, these is no heat necessary for the polymerization, natural polymers that integrated to the biomaterial, survive from denaturation (Lee and Mooney, 2001). Three steps of the photopolymerization starts with photoinitiators' attack and continue with formation of reactive ends. The number of monomers in the reaction flask cause to decrease of polymerization rate and monomers stop the chain mechanism with reacting to each other. Hydrogels can be synthesized with free radicalic polymerization in very short durations because of their small working volumes and hydrogels show higher biocompatibility to the cells

with their low amount of reactants. These porous structure provide three dimensional morphology to hydrogel and mimic the extracellular matrix(ECM). Mimicing the ECM, allow to tranport bioactive molecules and to work as a filling material (Mooney et al., 2003; Peppas, 1996). Besides the mimicing function of hydrogels, they exhibit high transportation capacity for drug molecules without consider its molecular weight (Todd et al., 2008). The potential of drug transportation enable to delivery of drug under control (Yin et al., 2007). Controlled drug delivery applications prevent fluctuation of drug level with frequent and repetitive doses (Peppas, 1996).

In this study, dextran integrated to the hydrogel scaffolds without any modification and protect its natural properties. Anti-microbial drug delivery behaviour of scaffolds observed for the wound dressing and tissue engineering applications with benefits of dextran.

2 MATERIALS AND METOD

Materials. Poly(ethylene glycol) diacrylate (PEG-DA M_n:258g/mol), 2,2-dimetoxy-2- phenylacetophenone (DMPA 99%), ethylene glycol dimetacrylate (EGDMA), Dextran (*Leuconostoc mesentereroids*, average molecular weight 35,000-45,000), Gentamycin Sulphate (660 µg gentamycin/mg) were supplied from Sigma Aldrich Chem.

UV photopolymerization. 300 µL of working volume was constituted of 30% (w/v) PEGDA, 1% (w/w) (initiator/monomer) DMPA, 1% (w/w) (crosslinker/monomer) as organic phase (90 µL) and 5% (w/v) dextran as PB phase (210 µL). 10 mm glass vials were used for mixing two phases and removed the dissolved oxygen with N_2 gas. Glass vials were exposed to 365 nm wave length and 10 mW/cm^{-2} light intensity for 10 minutes. Obtained hydrogels were conserved at +4°C for the characterization analysis and drug delivery application.

Characterization Analysis. Hydrogels were dried at 40°C in vacuum oven for ATR FT-IR, Scanning Electron Microscopy, swelling analysis and drug delivery application nearly for 48 hour. For the swelling analysis of hydrogels, dried hydrogel samples weighted (W_0) and placed in 10 mL of phosphate buffer. Wetted hydrogel samples were weighted (W_t) in first minutes and then weighted with decreasing frequency in first hours. Swelling % was calculated with the equation 1 using W_s and W_0 values. Change of the swelling ratio to time, were given with the graphs.

$$\text{Swelling \%} = [(W_s - W_0)/W_0] \times 100 \quad \text{(Equation 1)}$$

Application of Gentamycin Release. Dried hydrogel samples were placed into 0,8 mg Gentamycin sulphate solution which dissolved in 10

mL of PB at pH 7.4 seperately and incubated at 37°C. Gentamycin sulphate solution was calibrated with UV spectrophotometer at 255 nm wave length and hydrogel solution samples were analyzed according to the calibration. Release % of hydrogels to time were obtained with the absorbance to time graphs.

In Vitro Cytotoxicity Analysis. L929 mice fibroblast cell line were used for in vitro direct tests of hydrogels. Cell lines were incubated for 48 hours and PEGDA-control and PEGDA-dextran hydrogels were sterilized with Ethylene oxide and placed into plates to contact directly to cells. After 24 hours of incubation of hydrogels with cells, cells dyed with giemsa and photographed.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 VISUAL CHARACTERIZATION

3.1.1 PEGDA – Control Scaffolds

Control scaffolds were synthesized with 300 µL working volume by radicalic photopolymerization and it was determined that the material is slightly ductile (Figure 1). This structure can be explained by the low molecular weight of PEGDA macromer. Mazzoccoli and coworkers showed that low molecular weight of PEGDA results lower chain length and lower elasticity (Mazzoccoli et al., 2009). But missibility of PEGDA and buffer phase is an important issue for higher molecular weights and also lower concentrations of PEGDA (Ware et al., 2010). For this reason, 30% (w, v) PEGDA were used to reach sufficient missibility of solution. Surfactant usage or other modifications of polymerization would be increase the toxicity of biomaterial (Lee and Mooney, 2001). Even if many manipulations were available for the hydrogels, basic aim is to demonstrate the feasibility of synthesis with minimum amount of organic compounds.



Figure 1. Optic Pictures of PEGDA – Control Scaffolds

3.1.2 PEGDA – Dextran Scaffolds

5% dextran containing PEGDA scaffolds were synthesized in seconds because of mixing well of organic and water phase (Figure 2). It can be seen from the optic pictures of scaffolds there are many bead-like structure inside the material and some of the studies showed that bead-like structures have many advantages for cell proliferation in tissue scaffold systems (Stephane G et al., 2005). Microchannelled cryogel systems or

microfluidic device systems take advantages of these bead – like structure (Guan et al., 2019). These cryogels has chromatographic features and they can absorb target molecules. Besides, hydrogel microspheres provided by entrapment of dextran, have higher cell viability (Perera et al., 2018).



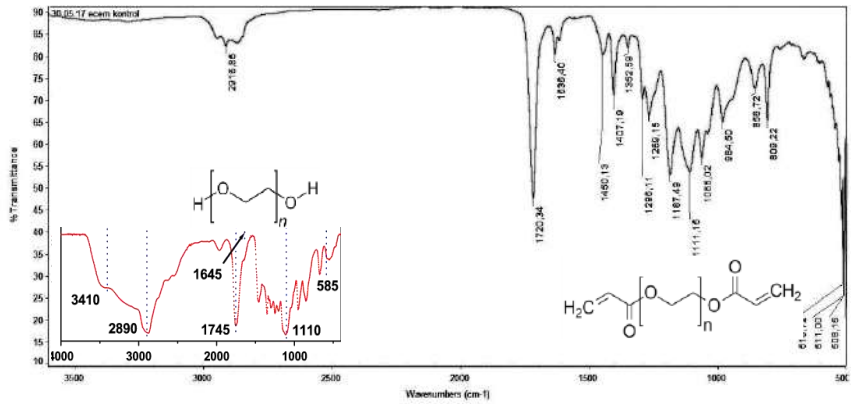
Figure 2. Optic Pictures of PEGDA – Dextran Scaffolds

3.2 FT-IR ANALYSIS OF SCAFFOLDS

3.2.1 PEGDA – Control Scaffolds

PEGDA control scaffolds showed –C=O peaks at wave number of 1720 cm^{-1} and -C-H peaks at wave number of 2916 cm^{-1} based on PEG polymerized by the diacrylate ends. (Figure 3) (Zang, 2008; Hwang,2013). Significant difference between FT-IR spectrum of PEGDA and PEG is important to show hydroxyl groups of dextran reinforced to the structure. In figure 3, PEG FT-IR spectrum (indicated with red) has high intensity of hydroxyl groups but PEGDA has only -C-H peaks (Imani et al., 2007).

Figure 3. FTIR spectrum of PEGDA- Control Scaffolds compared to



the PEG

The difference between FT-IR analysis of PEGDA- control and PEGDA- dextran scaffolds were given in the table 1 according to their peak and certain wave numbers.

SCAFFOLD TYPE	Wave number (cm^{-1})	Peaks
PEGDA-Control	1720	–C=O
	2916	-C-H
	1111	-C-O
PEGDA-Dextran	3200-3700	(-OH)
	1721	–C=O
	1105	-C-O
	2872	-C-H

Table 1. FT-IR peaks of PEGDA- control and PEGDA- dextran scaffolds

3.2.2 PEGDA – Dextran Scaffolds

Wide peak of hydroxyl group (-OH) at wave number range of 3200-3700 cm^{-1} can be seen in FT-IR spectrum (Figure 4). Polysaccarides structure of dextran is source of these hydroxyl groups and showed that existance of the reinforced dextran to the structure successfully (Almeida et al., 2013). The difference between the PEG and PEGDA spectrum is strong hydrogen bonding provided by broad (-OH) stretch at wave number of 3200-3700 cm^{-1}. Also, peaks at wave number of 1105 cm^{-1} and 1721 cm^{-1} shows the estherification of the PEGDA macromer.

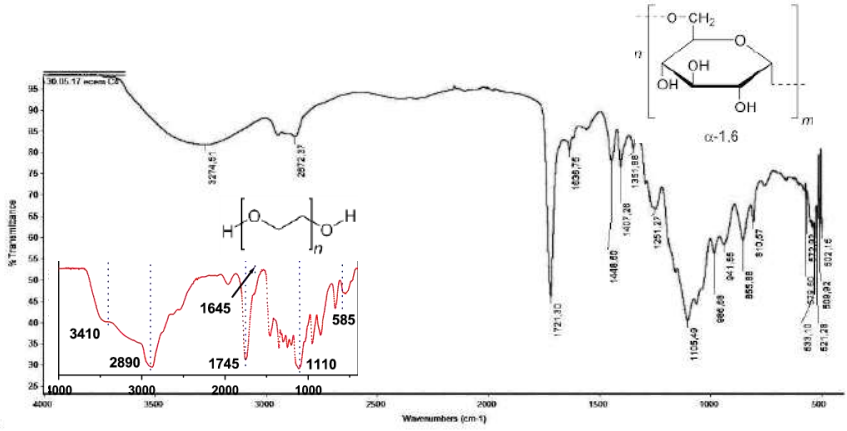


Figure 4. FT-IR spectrum of PEGDA- Dextran Scaffolds compared to the PEG

3.3 SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (SEM) ANALYSIS OF SCAFFOLDS

3.3.1 PEGDA – Control Scaffolds

SEM analysis was carried out with the cross section and surfaces of hydrogels. In the figure 5, mezoporous structures can be seen in the cross section of control scaffolds. The surface properties of control hydrogel (figure 5) shows the mezopores that formed outwardly and remained surface has smooth appearance compared to the dextran reinforced scaffolds. These results explain the swelling behaviour of PEGDA-control hydrogels which has lower swelling ratios than dextran scaffolds. Visual

characterization images and SEM images confirm that the hydrogel is brittle but this is not an obstacle for drug loading or drug release applications. Drugs with different molecular weights can be released by brittle hydrogels because of their thermostability (Lin et al., 2017). Thermostability is a parameter for biodegradation kinetics and affect the duration of biodegradation. When material has lower thermostability degradation time would be shorter (Sun et al., 2011).

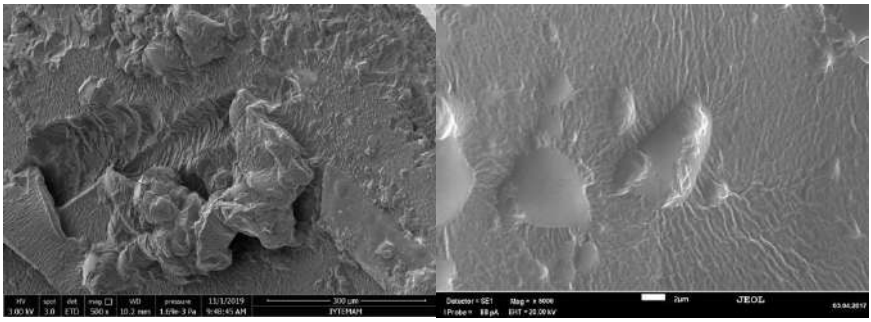


Figure 5. Scanning Electron Microscopy images of PEGDA-Control Scaffolds (cross section and surface respectively from left)

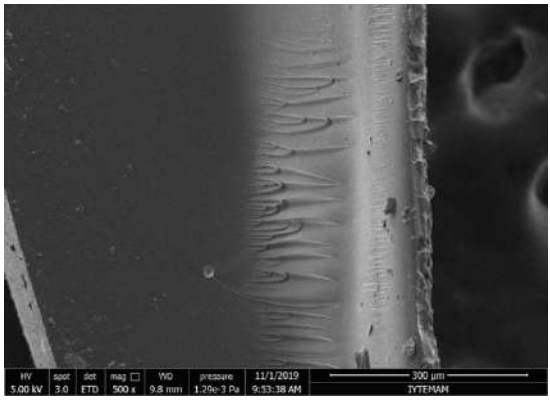


Figure 6. Scanning Electron Microscopy images of PEGDA- Dextran Scaffolds (cross section)

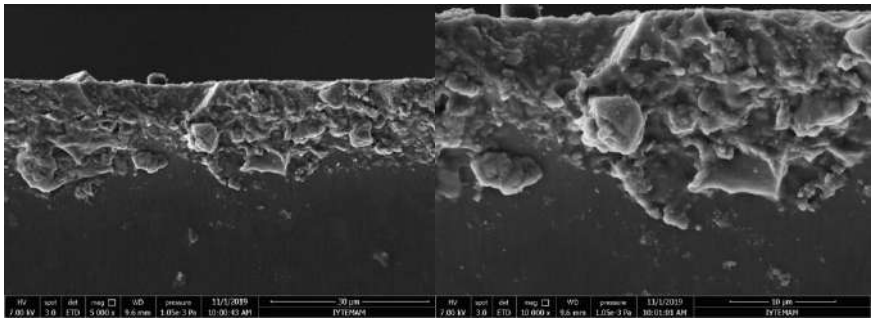


Figure 7. Scanning Electron Microscopy cross section images of PEGDA-Dextran Scaffolds (5000 and 10000 magnifition respectively from left)

3.3.2 PEGDA – Dextran Scaffolds

Cross section of the PEGDA-dextran hydrogels shows significant differentiation on the surface (Figure 6). This differentiation can be examined in detailed with the higher magnifitions (Figure 7). This images proved the dextran integrated mostly to the surface and create orange peel apperance or hallows (Figure 8) (Kim et al., 2013). The hallows allow higher amout of water to absorb in the hydrogels mezopores (Li et al., 2010). The swelling results support the hallows function of water absorbing. Consequently the drug release application is matched with the swelling behaviour and also the thermostability comments about the degradation of materials.

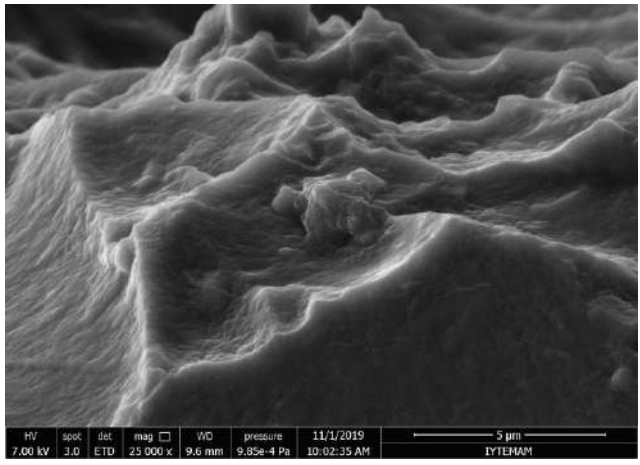


Figure 8. Scanning Electron Microscopy images of PEGDA- Dextran Scaffolds (surface)

3.4 SWELLING BEHAVIOUR OF SCAFFOLDS

3.4.1 PEGDA – Control Scaffolds and PEGDA – Dextran Scaffolds

Swelling behaviour of the hydrogels is an important parameter to understand the hydrophilicity of the material and to comment about controlled drug release application. PEGDA control scaffolds swolled up to 15% of its weight and this result can be explained by the high crosslinking ratio of the material (Figure 9). Besides, studies showed that the high crosslinking ratio of PEGDA hydrogels results with brittle and 10-15% swelling (Safranski et al., 2010). Smooth surface of mezopores do not let the water in and because of that hydrogel reachs its maximum capacity of water uptake. FT-IR specktrum was showed the hydroxyl groups of polysaccarides structure provided by dextran (Figure 4). It can be seen the highly hydrophilic behaviour of dextran with the hydroxyl groups in the swelling results which was reached to 45% of the scaffolds weight (Figure 9). It was determined that PEGDA – Dextran scaffolds nearly swolled 3 fold compared to the PEGDA-control scaffolds (Zhang et al., 2000). Both scaffolds reached the equilibrium of swelling in 4 to 5 hours and maintain the swelled state.

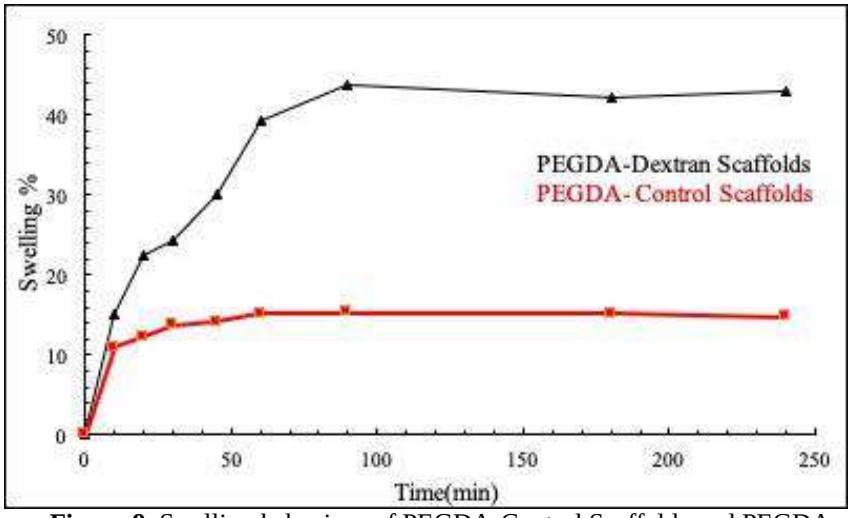


Figure 9. Swelling behaviour of PEGDA-Control Scaffolds and PEGDA-Dextran scaffolds

The surface differentiation became clear with the 45% of swelling. In many cases, low molecular weight hydrogels do not have high swelling ratios (Browning et al., 2014). Only when the crosslinker ratio to monomer was very low, PEGDA behave as a crosslinker and create mobility amoung the polymer chains (Peppas et al., 2000). But higher crosslinking ratio or lower molecular weight of PEGDA arrange perfect lattice to form

networked structure and provide entrapment of drug molecules (Rukmani et al., 2019). Even if, PEGDA- dextran scaffolds have tight network structure, they demonstrate controlled drug release successfully in the meaning of proper dose of drug for a long time.

3.5 CONTROLLED DRUG DELIVERY APPLICATION OF SCAFFOLDS

3.5.1 PEGDA – Control Scaffolds

The swelling results are very connected to the total drug delivery percentage of the PEGDA-control scaffold. Short chain lenght of PEGDA and crosslinking ratio results with the release of gentamycin only up to 70% (Figure 10). Although closely tight hydrogels were obtained in the latest studies with PEGDA (molecular weight of 258 g/mol), modifications would be necessary for the 100% release of the drug to provide maximum beneficial effects for target tissue (Young et al., 2011).

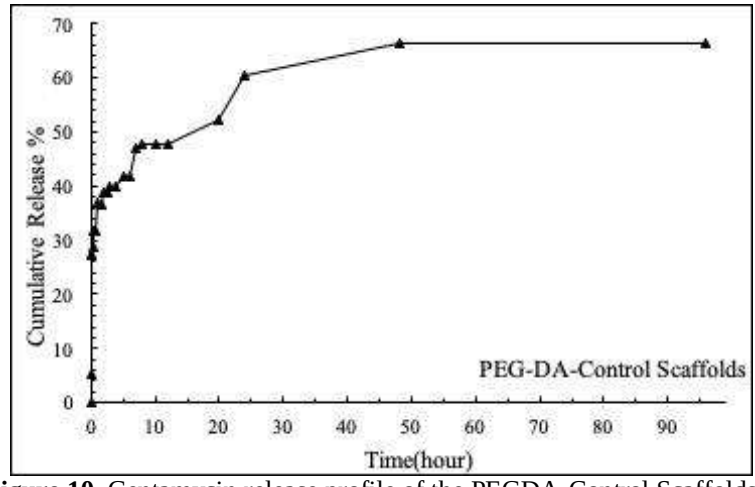


Figure 10. Gentamycin release profile of the PEGDA-Control Scaffolds

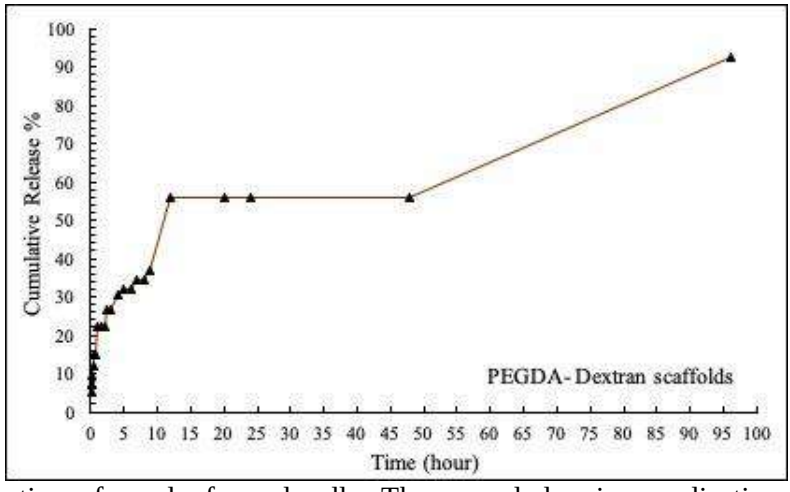
But some studies about controlled drug release applications, total amount of drug did not reach above 70% (Kochhar et al., 2013). These results were seen in the microfabrications studies of drug release. They worked on loading drug into a microchannel with dextran-based bead and demonstrate the vascularization of target tissue (Guan et al., 2019). In other studies, photolithographic techniques and continuous microfluidic devices were used to obtain drug release and mimic blood stream (Oh et al., 2008). So, polymeric scaffolds can also be part of the future researchs of organ-on-a-chip platforms with promising drug release features.

3.5.2 PEGDA – Dextran Scaffolds

The release profile of the PEGDA-Dextran scaffolds was given in the figure 11. At the starting hours of release (almost 5 hours), 30% release was observed but then gets slower and even expands to the 5 days. The maximum release ratio is 90% of the total gentamycin. Two parameters are crucial for the development of this release profile. Firstly, it can be mentioned that hydrophilic structure of dextran exhibits high compatibility to the buffer medium and provide an equilibrium with the gentamycin gradient of the buffer.

So, nearly no gentamycin release was observed for 2 days. After 2 days of stability, significant increase of gentamycin release, reminds the biodegradation of the material. Therefore, it can be considerable that the driving forces of the long term release profile of gentamycin for are concentration gradient and effect of biodegradation.

The two phase of release profile has different benefits for the target tissue. One of them is antimicrobial activity of gentamycin sulphate. If target tissue is open wound, the antimicrobial effect of gentamycin can protect from the infections in the first days (Guo et al., 2015). After wound get through the infection risk, PEGDA-dextran scaffolds promote the dermal regeneration and re-epitheliazation with slow rate of degradation. By the way, the remained gentamycin release from the hydrogel to inhibit



infection of newly formed cells. The wound dressing applications of hydrogel are very important area because of the hydrogel's suitable structure for the soft tissues like cartilage or adipose (Patel et al.,2004).

Figure 11. Gentamycin release profile of the PEGDA-dextran scaffolds.

3.6 BIODEGRADATION ANALYSIS OF SCAFFOLDS

3.6.1 PEGDA – Control Scaffolds and PEGDA – Dextran Scaffolds

Biodegradation of biomaterials is selective and favorable property to clarify the drug release mechanisms or understand behaviour of cells when they are under stress of enflamation or proliferation (Peppas et al., 2000). Hydrolitic biodegradation and enzymatic biodegradations types are available for natural and synthetic polymers but in this study hydrolytic biodegradation was applied to the scaffolds to demonstrate drug release mechanism and prove the degradation behaviour smiltaneously. Although, enzymatic degradation of dextran institution of hydrogels can be demonstrate at the same time, the dextran efficacy on drug release can not be understand clearly.

The biodegradation ratio of both scaffolds were around 50-60 % and showed similar results with the hydrogel studies based on PEGDA (Figure 12) (Fathi et al., 2014). The biodegradation rate of scaffolds was affected on release of gentamycin. The side of that, biodegradation rate is promoted by crosslinking density and tight networked structure (Browning et al., 2014). The swelling ratios and biodegradation rates are confirmed each other about the effect of tight networking.

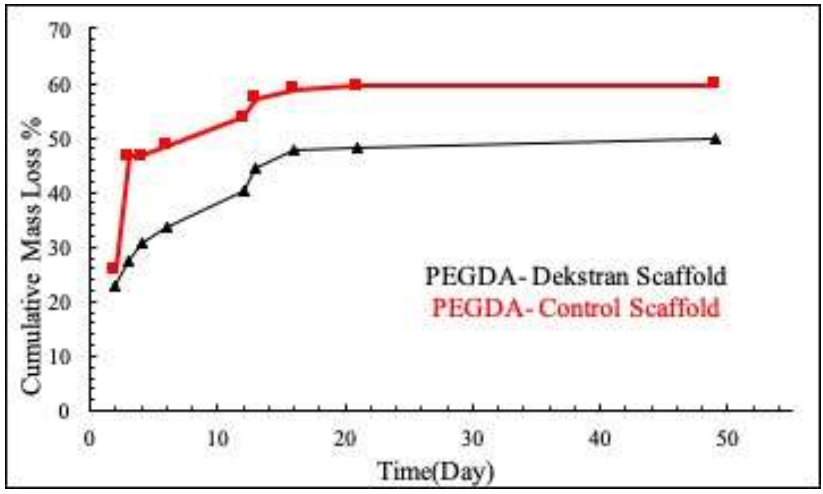


Figure 12. Biodegradation profile of PEGDA- Control Scaffolds and PEGDA-dextran scaffolds

As future actions for PEGDA-Dextran scaffolds, there are several post-studies. The biodegradation analysis can be verified with NMR spectrum and analyzed remain molecules after the biodegradation. Enzymatic biodegradation can be demonstrated with proper enzyme for dextran. *In*

vitro cell culture analysis can be expanded by showing cell viability during the biodegradation process with SEM images of lyophilized samples.

3.6 *IN VITRO* CYTOTOXICITY ANALYSIS OF SCAFFOLDS

PEG based systems have wide application area from cosmetic purposes to nanoparticles, injectable systems, composite materials, stem cell culture applications (Burdick and Anseth, 2002; Yousefi et al., 2015). The diacrylate form of PEG was also used as patented biomaterials (Ma, 2004). But the most important reason of wide usage of PEG based polymeric systems is its hydrophilicity. When it is polymerized ones, it is surrounded by water molecules at the outer layer of its surface (Vlierberghe et al., 2011). Hydrophilicity drivin swelling behaviour of PEGDA hydrogels not only takes the drug molecules between the crosslinked network also the precursors or non-react monomers. The washing procesedure of hydrogels can repell the undesirable molecules from the surface but can not prevent the toxicity effect of them while they were not released from hydrogels. In this study, L929 fibroblast cells were showed higher cell viability with the PEGDA-Dextran scaffolds against to control scaffolds (Figure 13). The reason of the low viability with control scaffolds can be the entrapment of unreacted monomers inside the hydrogel (Gou et al., 2015). To decrease the amount of precursors or monomers left, dissolved oxygen must be removed to ensure. Also, washing process can be switched from water to organic solvents. But harsh solvents can be harmful for surface of hydrogel scaffolds. The duration of washing process trigger the degradation mechanism and also not suitable for scaffold systems.

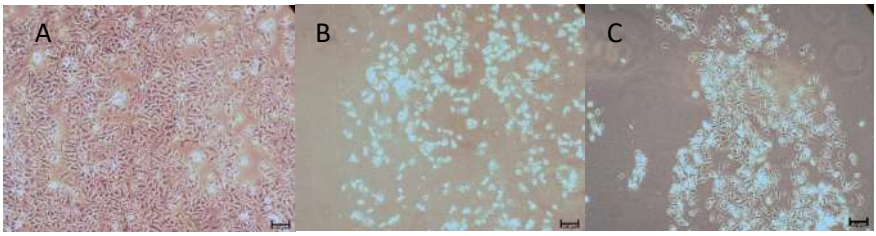


Figure 13. In vitro Cytotoxicity direct tests of Scaffolds with L929 Fibroblast cells after 2 days of incubation (A) Control cells, (B) PEGDA- control scaffolds, (C) PEGDA-Dextran scaffolds

4 CONCLUSION

Tissue engineering and regenerative medicine applications have many requirements about the biomaterials. In this study, some of the requirements were investigated to identify of the synthesized polymeric biomaterial and it was demonstrated that the natural based polymers in this case dextran are useful for development of necessary functions such as

surface modification or enhanced drug release profile. In some studies, it was showed that dextran promotes neovascularization and angiogenesis (Sun et al., 2011). No addition of growth factors, cytokines or cells was needed for skin regeneration or neovascularization (Liu et al., 2009). But the side of that, anti-infection potential of dextran did not investigated in various studies. As a further study of PEGDA-dextran scaffolds, the anti-infection properties can be researched with higher percentage of dextran in the scaffold system.

Current PEGDA-dextran scaffolds have many benefits for using as a wound dressing or tissue scaffolds. Antibacterial properties were described and demonstrated of gentamycin sulphate (Guo et al., 2015). Effective antibacterial wound dressing biomaterial should maintain moisturizing of wound microenvironment, protect from infections and support the healing process (Wang et al., 2018). The PEGDA-dextran scaffolds have moisture surface properties for nearly 2 months according to the degradation process with antibacterial character sufficiently. Also, drug release to the local wound site is more beneficial compared to the systemic administration like reduced toxicity and higher drug supplying to the wound site (Patel et al., 2004). In fact, the healing process takes nearly 100 days with steps of inflammation, proliferation and maturation (Madaghiele et al., 2014). Even after degradation process ends and drug release terminate, scaffolds may provide mechanical support to the target tissue. To explain the mechanical suitability of PEGDA-dextran scaffolds, the rheological analysis can be performed. The stability of the biomaterial can be seen the investigations of mechanical behaviour (Patel et al., 2004). Furthermore, wound dressing studies increase remarkable in the last decade. Especially the burn dressing applications with different natural polymers such as chitosan, keratin, self assembly peptides and dextran take places in the fields according to the burn depth (Madaghiele et al., 2014). Temporary coverage of wound site and permanent skin substitutions are investigated lately. So, the PEGDA-dextran hydrogel scaffolds have opportunity to take part in the tissue engineering applications with demanded properties.

5 REFERENCES

Burdick J. A., Anseth K. S., 2002, Photoencapsulation of osteoblasts in injectable RGD-modified PEG hydrogels for bone tissue engineering Biomaterials 23 4315–4323

Browning MB, Cereceres SN, Luong PT, Cosgriff-Hernandez EM. 2014. Determination of the in vivo degradation mechanism of PEGDA hydrogels, J Biomed Mater Res Part A 2014:102A:4244–4251

Davina Perera, Michael Medini, Deepika Seethamraju, Ron Falkowski,

Kristopher White, Ronke M. Olabisi, 2018, The effect of polymer molecular weight and cell seeding density on viability of cells entrapped within PEGDA hydrogel microspheres Journal of Mıcroencapsulatıon VOL. 35, NO. 5, 475–481

Fathi A., Lee S., Breen A., Shirazi A. N., Valtchev P., Fariba Dehghani F., 2014, Enhancing the mechanical properties and physical stability of biomimetic polymer hydrogels for micro-patterning and tissue engineering applications European Polymer Journal 59, 161–170

Guo R., Chen P., Mo Y., Lan Y., Xue W., Zhang Y., 2015, Synthesis, characterization of dextran hydrogels and their in vitro release of gentamycin sulphate, J. Appl. Biomater. Funct. Materials 13(3): e228-e233

Hoffman A. S., 2002, Hydrogels for biomedical applications, Advanced Drug Delivery Reviews, 43: 3-12

Imani M, Sharifi M, Mirzadeh H, Ziaee F, 2007, Monitoring of Polyethylene Glycol- diacrylate-based Hydrogel Formation by Real Time NMR Spectroscopy, Iranian Polymer Journal 16 (1), 13-20

Kim S, Kim J., Kim D, Han S., Weitz D., 2013, Polymersomes Containing a Hydrogel Network for High Stability and Controlled Release, Small-Nano- Micro, Volume 9, Issue 1- Pages 124-131

Kochhar J. S., Goh W. J., Chan S. Y., Kang L. ,2013, A simple method of microneedle array fabrication for transdermal drug delivery, Drug Development and Industrial Pharmacy, 39:2, 299-309

Lee K.Y., David J. Mooney D.J, 2001, Hydrogels for Tissue Engineering, Chemical Reviews, 2001, Vol. 101, No. 7

Li Y., Tolley H.D., Lee M.L., 2010, Size-exclusion separation of proteins using a biocompatible polymeric monolithic capillary column with mesoporosity Journal of Chromatography A, 1217, 8181–8185

Liu Y., Chan-Park M.B., 2009, Hydrogel based on interpenetrating polymer networks of dextran and gelatin for vascular tissue engineering, Biomaterials 30 ,196–207

Ma P., 2014, Scaffolds for tissue fabrication, Materials Today

Madaghiele M., Demitri C., Sannino A., Ambrosio L., 2014, Polymeric hydrogels for burn wound care: Advanced skin wound dressings and regenerative templates, Burns & Trauma, Vol 2, Issue 4

Patel P. N., Smith C.K., Patrick C. W., 2005, Rheological and recovery

properties of poly(ethylene glycol) diacrylate hydrogels and human adipose tissue, Published in Wiley InterScience

Peppas N.A., Bures P., Leobandung W., Ichikawa H., 2000, Hydrogels in pharmaceutical formulations, European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics 50 27±46

Peppas NA., Keys K. B., 1996, Poly (ethylene glycol)-containing hydrogels in drug delivery. Journal of Controlled Release, 62:81–7 pp

Peppas, L.,1997, Polymers in controlled drug delivery. Medical Plastics and Biomaterials, 34-39 pp.

Tingting Guan, Yawei Gao, Manman Pan, Yuwei Wu, Songhong Zhang, Linhong Xu, Lingyu Zhu, Junxian Yun, 2019, Slug flow hydrodynamics of immiscible fluids within a rectangular microchannel towards size-controllable fabrication of dextran-based cryogel beads, Chemical Engineering Journal 369, 116–123

Vlierberghe S. V., Dubruel P., Schacht E., 2011, Biopolymer-Based Hydrogels As Scaffolds for Tissue Engineering Applications: A Review, Biomacromolecules

Wang L., Li X., Sun T., Tsou Y.H., Chen H., Xu X., 2018, Dual-Functional Dextran-PEG Hydrogel as an Antimicrobial, Biomedical Material Macromol. Biosci, 18, 1700325

ISMS
International Symposium
on Academic Studies in Science,
Engineering and Architecture Studies

PHYSICS
FİZİK

ENVIRONMENTAL ENGINEERING
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

OZON TABAKASINI İNCELTEN MADDELERE İLİŞKİN MONTREAL PROTOKOLÜ KİGALİ DEĞİŞİKLİĞİ'NİN KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE ETKİLERİ VE DEĞİŞİKLİĞİN TÜRKİYE'DE UYGULANABİLMESİ İÇİN GEREKLİLİKLER

Effects of the Kigali Amendment of Montreal Protocol on Global Climate Change and Requirements for the Implementation of the Amendment in Turkey

Özge Tümöz Gündüz[1] & Aysel Çağlan Günal[2]

[1] (MA) Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri ABD Ankara-Türkiye, tumozge@hotmail.com
2 (Prof. Dr.) Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Biyoloji Eğitimi ABD Ankara-Türkiye, caglangunal@gazi.edu.tr

Öz: Yüksek küresel ısınma potansiyelleri nedeni ile iklim değişikliğine olumsuz etkileri olan florlu sera gazları değişik sektör ve uygulamalarda kullanılan insan yapımı kimyasallardır. 1990'larda ozon tabakasını tahrip eden ve birçok uygulamada yaygın olarak kullanılan ve Montreal Protokolü ile kullanım dışı bırakılan kloroflorokarbon (CFC) ile hidrokloroflorokarbonların (HCFC) yerini almışlardır. Ozon tabakasını incelten maddelerin (OTİM) azaltılmasına ilişkin olarak ilk hükümetler arası temaslar ise 1981 yılında başlamış ve bu girişim Mart 1985'de Ozon Tabakasının Korunması için Viyana Sözleşmesi'nin kabulü ile neticelenmiştir. Bunun sonucunda Sözleşme'nin hedeflerini gerçekleştirecek uygulama aracı olarak 1987 yılında Montreal Protokolü kabul edilmiştir. Tüm dünyada OTİM'lerin sonlandırılması ile bu gazların alternatifleri olarak çok yaygın olarak kullanılan Florlu Sera Gazları, yüksek sera gazı etkileri nedeniyle 2016 yılında kabul edilen Kigali Değişikliği ile Montreal Protokolü kontrol altına alınan maddeler ekine alınmıştır. Bu şekilde Küresel Isınma Potansiyelleri çok yüksek olan bu gazların azaltımı; dolayısıyla da iklim değişikliği ile mücadele yönünde önemli bir adım atılmıştır. Kigali Değişikliği yükümlülükleri, Paris Anlaşması'nın 1,5 derece hedefine ulaşılabilmesi büyük bir katkı sağlayacaktır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı verilerine göre, Florlu Sera Gazı üretim ve tüketiminin öngörülen takvimde azaltılması yüzyılın sonuna kadar 0,4 derecelik sıcaklık artışının önüne geçilmesini sağlayacaktır. Ülkemiz 1991 yılında taraf olduğu Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Viyana Sözleşmesi ve Montreal Protokolü'ne taraf olmuş ve Kigali Değişikliği'ni onaylama aşamasındadır. Türkiye de Florlu Sera Gazlarına İlişkin Yönetmelik 2018 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu çalışmada, Kigali Değişikliği ve Türk F-gaz Yönetmeliği kıyaslanmıştır. Sonuç olarak; Kigali Değişikliği'nin kabulü ile Ülkemizde F-gaz

salınımını azaltmak için yapılması gerekenler ve Yönetmeliğe eklenmesi gereken yükümlülükler sıralanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Ozon Tabakasının Korunması, Montreal Protokolü, Kigali Değişikliği, Florlu Sera Gazları

Abstract: Fluorinated gases (F-Gases), which have a significant impact on climate change, are man-made chemicals used in various sectors and applications. In the 1990s, they replaced chlorofluorocarbons (CFC) and hydrochlorofluorocarbons (HCFC), which destroyed the ozone layer and were widely used in many applications and were phaseout with the Montreal Protocol.The first intergovernmental contacts with regard to the reduction of ozone depleting substances (ODS) began in 1981 and this initiative resulted with the adoption of the Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer in March 1985. As a result, the Montreal Protocol was adopted in 1987 to achieve the objectives of the Convention.Fluorinated Greenhouse Gases, which are widely used as alternatives to ozone depleting gases, were added to the controlled substances due to the high greenhouse gas effects under the Montreal Protocol under the Kigali Amendment adopted in 2016. In this way, the phasedown of these gases with very high Global Warming Potential, is an important step has been taken to combating climate change.The Kigali Amendment obligations will make a major contribution to achieving the 1.5 degree goal of the Paris Agreement. According to United Nations Environment Program datas, gradually phasedown of production and consumption of F-gases will reduce future global average warming in 2100 by up to 0.4 °C. Turkey; became a party to the Vienna Convention and the Montreal Protocol in 1991 and is in the process of ratifying the Kigali Amendment. Turkey also published Fluorinated Greenhouse Gas Regulation in 2018. In this study, Kigali Amendment and Turkish F-gas Regulation were compared. As a result; with the ratifying of the Kigali Amendment, which actions have to be taken to reduce F-gas emissions in our country and the obligations to be added to the Regulation are listed.

Keywords: Climate Change, Protection of Ozone Layer, Montreal Protocol, Kigali Amendment, Fluorinated Greenhouse Gases

GİRİŞ

Yunanca'da koklamak anlamını taşıyan "Ozein" kelimesinden türeyen "Ozon", 1781 yılında ilk defa Van Marum'un ilgisini çekmiş, sonrasında 1840 yılında F. Schoenbein bu gazı ozon olarak adlandırmıştır. Ozon, laboratuvarda ilk kez 1860'da J. L. Soret tarafından elde edilmiştir. Ozon, üç oksijen atomunun kovalan bağ ile birleşmesinden oluşan bir gazdır. Kimyasal formülü O_3'tür. Renksiz, oksitleme gücü yüksek, solunum

yollarını tahrip gücü çok yüksek olan ağır kokulu bir gazdır. Gökyüzünün mavi renkte görünmesi bu gaz nedeniyle olmaktadır (Çetin 2008).

Ozon tabakası; yeryüzünden 20-30 km yükseklikte stratosferde yer almakta, kalınlığı bölgeden bölgeye ve zaman içinde değişebilmekte ve güneşin salgıladığı morötesi (ultraviyole) ışınları süzerek canlıların radyasyondan olumsuz etkilenmemelerini sağlamaktadır. (Garner 1996; Wells 1996).

Ozon tabakası dünyamız üzerinde koruyucu ve düzenleyici iki farklı işlevi olan bir katmandır ve sanayi devrimi ile birlikte atmosferde konsantrasyonları hızla yükselen farklı özelliklerdeki kirletici gazlarla tepkimeye girerek değişime uğramıştır. Bu durum bilim adamlarının ancak 1980'li yıllarda Antarktika üzerindeki Halley Bay'da ozon konsantrasyonunun %40 daha az olduğunu anlamalarıyla ortaya çıkmıştır.

Prof. Paul Crutzen, Prof. Mario Molina ve Prof. Sherwood Rowland, 1995 yılında Nobel Kimya Ödülü'nü atmosferde ozon oluşumu ve parçalanmasının kimyasal reaksiyonlarla açıklanmasında çok önemli katkıları ile paylaşan üç bilim adamıdır. Çalışmalarında günlük hayatta kullanılan bazı kimyasal maddelerin ozon değişimi reaksiyonlarında etkin rol oynadığını ve bu maddelerin ozon tabakasının incelmesine neden olduğunu ortaya koymalarıdır (Çetin 2008). Çalışmalarında ilerleyen yıllarda yaygın olarak buzdolaplarında, klimalarda ve aerosol sprey kutularında kullanılan kloroflorokarbonlar (CFC) adı verilen bir sentetik kimyasal sınıfının nasıl çalıştığını vurgulamışladır.

1975 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP)'nın Dünya Meteoroloji Örgütü'nce desteklenen iki ABD'li bilim adamının yaptığı çalışma bulgularına dayanarak ozon tabakasında bir incelmenin gözlendiğini ve bunun da büyük ölçüde yoğun CFC salımından kaynaklandığını dünya kamuoyuna duyurmasını, ozon tabakası sorunu için uluslararası alanda atılan ilk adım olarak değerlendirilmektedir.

Ozon tabakasının incelmesi konusu ilk kez 1976 yılında UNEP'in Yönetim Konseyi'nde tartışılmıştır. UNEP ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'nün ozon incelmesini periyodik olarak değerlendirmek için kurdukları Ozon Tabakası Koordinasyon Komitesi (CCOL) sonrası, ozon tabakası konusundaki uzmanlar 1977 yılında bir toplantıda bir araya gelmişlerdir. Ozon tabakasını incelten maddelerin (OTİM) azaltılmasına ilişkin olarak ilk hükümetler arası temaslar ise 1981 yılında başlamış ve bu girişim Mart 1985'de Ozon Tabakasının Korunması için Viyana

Sözleşmesi'nin kabulü ile sonuçlanmıştır. 1992'de Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda kabul edilen İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi büyük ölçüde Viyana Sözleşmesi'nden esinlenmiştir (Duru 2014).

1985'te kabul edilen Viyana Sözleşmesi, 1988'de yürürlüğe girmiştir. Sözleşme, ozon tabakasının insan faaliyetlerinden kaynaklanan olumsuz etkilere karşı korunması için gerçekleştirilecek uluslararası hukukî, bilimsel ve teknik iş birliğinin, araştırmaların, gözlemlerin, bilgi ve teknoloji değişiminin ana hatlarını belirlemekte; ozon tabakasının özelliklerini değiştirici kimyasal maddelerin azaltılmasını ve izlenmesini teşvik etmektedir. Sözleşme, hukuki bağlayıcılığı olan kontrolleri veya hedefleri içermeyen bir çerçeve sözleşmedir.

Viyana Sözleşmesi'nin hedeflerini gerçekleştirecek uygulama aracı olarak 1987 yılında Montreal Protokolü kabul edilmiştir. Montreal Protokolü 1989'da yürürlüğe girmiştir.

Protokol'ün amacı, ozon tabakasını incelten maddelerin üretim ve kullanımlarının kontrol altına alınması, azaltma programı ve oranlarını belirleyerek kullanımdan kaldırılması, yerlerini alacak alternatif madde ve teknolojilerin araştırılması ve geliştirilmesi, gelişmekte olan ülkelerin bu maddelere olan ihtiyaçlarını dikkate alarak gerekli teknik ve finansal yardımın sağlanmasıdır.

Protokole göre devletler beş tür CFC kullanımını 1989'a kadar 1986 düzeyinde donduracaklar, 1993'e kadar %20, 1998'e kadar da %30 oranında indirime gidecekler; gelişmekte olan ülkelere aynı koşullara uymak içinse 10 yıl süre verilecektir; bir başka anlatımla taraf devletler, 1998'e değin, CFC kullanımlarını yarı yarıya azaltacaklardır. Protokol ayrıca, Şubat 1992'den başlayarak üç tür halon tüketiminin 1986 düzeyinde dondurulmasını öngörmektedir (Duru 2014).

1990 ve 2010 yılları arasında Montreal Protokolü altında yürütülen çalışmalar ile 135 milyar ton CO_2 eşdeğeri emisyonun atmosfere salınımı engellenmiştir. Montreal Protokolü 196 devlet ve Avrupa Birliği'nden oluşan 197 tarafın onaylamasıyla, Birleşmiş Milletler tarihinin evrensel olarak onaylanmış ilk anlaşma olarak geniş çapta benimsenmesi ve uygulanması nedeniyle olağanüstü bir uluslararası iş birliği örneği olarak kabul edilmektedir. 1990'da Londra'da, gelişmiş ülkelerin katkıları ile oluşturulan Montreal Protokolü'nün Uygulanması için Çok Taraflı Fon (MLF) kurulmuştur.

2015'de Dubai'de düzenlenen Montreal Protokolü 27. Taraflar Toplantısı'nda (MOP 27), soğutucularda kullanılan, küresel ısınma potansiyeli karbondioksitten 100 ile 1000 kat daha kuvvetli ve atmosferi ısıtmada en hızlı büyüyen florlu sera gazlarından olan hidroflorokarbonların (HFCs) aşamalı olarak azaltılması amacıyla karar alınmıştır.

F-gazların, spesifik olarak HFC'lerin üretim ve tüketimi hızlı artmaktadır çünkü Montreal Protokolü uyarınca hâlihazırda aşamalı olarak kaldırılan ozon tabakasını incelten maddelerin (OTİM) ikameleri olarak yaygın şekilde kullanılmaktadırlar. F-gazlarının uygulandığı başlıca alanlar soğutma, iklimlendirme ve ısı pompası sektörü, köpük sektörü (köpük şişirme ajanları), yangından koruma sektörü (yangın söndürücü maddeler), aerosol sektörü (aerosol iticiler), solvent sektörü (F-gazlı solventler) ve elektrik panosu sektörüdür. (izolasyon gazı olarak kullanılan SF6). Uluslararası alanda, F-gazlarının, özellikle de HFC'lerin küresel iklime yönelik tehdidini kabul edilerek, 2016 yılında Kigali'de (Ruanda) Montreal Protokolü üzerinde Kigali Değişikliği'nin yapılmasına karar verilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada; florlu sera gazlarının azaltımını Montreal Protokolü altına alan Kigali Değişikliği ve florlu sera gazlarının kontrolüne ilişkin 4 Ocak 2018 tarihli 30291 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Florlu Sera Gazlarına İlişkin Yönetmelik karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda, Türkiye'nin Kigali Değişikliği'ni onaylaması ile gerçekleştirilmesi ve Türk mevzuatına eklenmesi gereken yükümlülükler belirlenmiştir. Kigali Değişikliği'nin onaylanmasının Ülkemize kamusal ve sektörel alanda etkileri tartışılmıştır.

MONTREAL PROTOKOLÜ KİGALİ DEĞİŞİKLİĞİ VE FLORLU SERA GAZLARINA İLİŞKİN YÖNETMELİK

2016 yılında Montreal Protokolü'nün son değişikliği olan Kigali Değişikliği taraflarca kabul edilmiş ve Kyoto Protokolü kapsamında yer alan ve iklim değişikliğine olumsuz etkisi olan Florlu Sera Gazlarının kontrol altına alınması ve azaltımı Montreal Protokolü altına alınmıştır.

Kigali Değişikliği, Florlu Sera Gazları arasında yüksek küresel ısınma potansiyeline sahip 18 adet Hidroflorokarbon (HFC) sınıfı gazın üretim ve tüketimlerinin aşamalı olarak azaltılması üzerine tasarlanmıştır.

Florlu Sera Gazı emisyonları, iklimlendirme ve soğutma sistemleri kullanımındaki artışa bağlı olarak tüm dünyada ama özellikle gelişen ekonomilerde hızla artmaktadır. Kigali Değişikliği yükümlülükleri, Paris Anlaşması 1,5 derece hedefi içinde kalınabilmesine büyük bir katkı sağlayacaktır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı verilerine göre, Florlu Sera Gazı üretim ve tüketiminin öngörülen takvimde azaltılması yüzyılın sonuna kadar 0,4 derecelik sıcaklık artışının önüne geçilmesini sağlayacaktır.

Protokole taraf ülkeler 4 gruba bölünmüş ve her bir grup için farklı azaltım takvimleri düzenlenmiştir. Ülkemiz gelişmekte olan ülkeler A5 1. Grup içinde yer almaktadır.

Tüm tarafların, Değişikliğin ülkeleri için yürürlüğe girmesinden itibaren HFC azaltım takvimine uyum sağlayacak durumda olmaları gerekecektir. Montreal Protokolü'ne Kigali Değişikliği ile yeni bir HFC listesi (EK-F) eklenmiştir. Gelişmekte olan (A5) ve Gelişmiş (A5 olmayan) Tarafların Ek-F'de listelenen HFC'lerin üretimi ve tüketimini kendileri için belirtilen bir takvimde azaltması gerekmektedir.

Türkiye, Sözleşme ve Protokol'e 1991'de taraf olmuştur. Gelişmekte olan ülkeler kategorisinde yer alan Türkiye; Protokol'ün Kigali Değişikliği hariç tüm değişikliklerini kabul etmiştir.

Ülkemizde, Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik 1999 yılında yayımlanmıştır. Bahse konu Yönetmelik 2006 ve 2008 yıllarında yenilenmiştir. Şu an yürürlükte olan "Ozon Tabakasını İncelten Maddelere İlişkin Yönetmelik" 7/4/2017 tarihinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca yayımlanmıştır. Yönetmelik, kontrol altına alınan maddelerin üretimi, dış ticareti, kullanımı, piyasaya arzı, geri kazanımı, geri dönüşümü, ıslahı ve bertarafı ile ilgili usul ve işlemleri kapsamaktadır (T.C. Resmî Gazete. Ozon Tabakasını İncelten Maddelere İlişkin Yönetmelik.7/4/2017. Sayı:30031).

Florlu Sera Gazlarına İlişkin Yönetmelik 4 Ocak 2018 tarihinde 30291 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu Yönetmelik, 16/4/2014 tarihli ve (AT) 517/2014 sayılı Florlu Sera Gazlarına İlişkin Avrupa Parlamentosu ve Konsey Tüzüğü dikkate alınarak Avrupa Birliği mevzuatına uyum çerçevesinde hazırlanmıştır. Yönetmelik 517/2014/EC AB Direktifine kısmen uyumludur.

Yönetmelik ile florlu sera gazlarından kaynaklanan emisyonları kontrol altına alınmakta ve florlu sera gazı içeren ürün ve ekipmana ilişkin esaslar düzenlenmektir.

Yönetmelik 4 ana bölümden oluşmaktadır.

1) Piyasaya sürme ve kullanım yasakları

2) Etiketleme

3) Sızıntı Kontrolleri

4) Florlu sera gazlarına ilişkin raporlama

5) Eğitim ve Belgelendirme Sistemi

6) Atık Yönetimi

Yönetmeliğin Ek-3'ünde piyasaya sürme ve kullanımı yasak olan ürün ve ekipmanlar listelenmiştir. Bunlar; "Soğutucu madde olarak hidroflorokarbon ve perflorokarbon içeren direkt buharlaştırma sistemleri, perflorokarbon veya HFC-23 içeren yangından koruma cihazları, florlu sera gazları içeren evsel pencereler, ayakkabılar ve araç lastikleri, zorunlu kullanım alanları hariç, küresel ısınma potansiyeli (KIP) 150 ve üzerinde olan florlu sera gazları içeren tek bileşenli köpükler, Küresel Isınma Potansiyeli (KIP)150 ve üzeri olan hidroflorokarbon içeren, eğlence ve dekoratif amaçlı pazarlanan, halka satışa yönelik aerosol jeneratörler ve işaret düdükleri; Küresel Isınma Potansiyeli (KIP)150 ve üzeri olan hidroflorokarbon içeren soğutucu madde veya köpük şişirme ajanı içeren evsel buzdolapları ve evsel dondurucular"dır.

Bununla birlikte Yönetmelikle florlu sera gazları içeren tek kullanımlık basınçlı kabın ithalatı ve piyasaya arzı da yasaklanmıştır.

Etiketleme usul ve esasları ile etiketlerde; "Florlu sera gazlarını içermektedir" ifadesi, "Florlu sera gazlarının endüstriyel veya kimyasal adı ve kilogram olarak miktarı"," Florlu sera gazının CO_2 eşdeğeri cinsinden miktarı" bulunması zorunlu hale gelmiştir.

Yönetmelikte yer alan sızıntı kontrolleri yükümlülükleri doğrultusunda ürün veya ekipmanın sızıntı kontrollerinin içerdikleri florlu sera gazı miktarına göre hangi sıklıkta yapılması gerektiği yükümlülüğe bağlanmıştır.

"Florlu sera gazlarına ilişkin raporlama" maddesi kapsamında; florlu sera gazı ve gaz içeren ekipman üretici, ithalatçı ve ihracatçısının ve florlu sera gazlarının geri kazanım, geri dönüşüm, ıslah veya bertaraf işlemini gerçekleştirenlerin raporlama yapmak zorunda olduğu belirtilmiştir.

Yönetmeliğin; eğitim ve belgelendirmeye ilişkin maddeleri kapsamında; florlu sera gazı içeren veya florlu sera gazları ile çalışan sabit soğutma ve iklimlendirme ekipmanı, ısı pompası, sabit yangından koruma sistemi ve yangın söndürücü ile elektriki şalt cihazının kurulumunu, bakımını veya teknik servisini, onarımını veya kullanımdan çıkarılması işlemlerini gerçekleştiren, bu cihazlarda sızıntı kontrolü veya gaz geri kazanımı yapan tüm kullanıcıların belge sahibi olmak zorunda olduğu belirtilmiştir.

Florlu sera gazı içeren ürün veya ekipmanın yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve bertarafı ile ilgili olarak da 2/4/2015 tarihli ve 29314 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Atık Yönetimi Yönetmeliğine atıfta bulunulmuştur (T.C. Resmî Gazete. Florlu Sera Gazlarına İlişkin Yönetmelik.4/1/2018. Sayı: 30291).

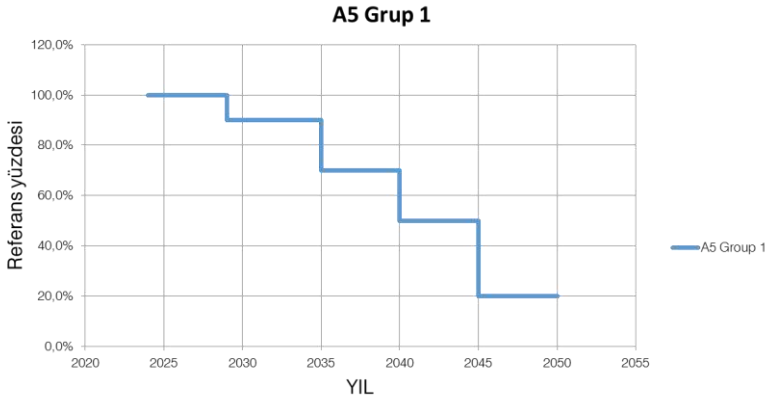
TARTIŞMA VE SONUÇ

Florlu sera gazlarının azaltımını Montreal Protokolü altına alan Kigali Değişikliği ve florlu sera gazlarının kontrolüne ilişkin 4 Ocak 2018 tarihli 30291 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Florlu Sera Gazlarına İlişkin Yönetmelik karşılaştırıldığında aşağıda bahsedilen sonuçlara ulaşılmıştır.

Montreal Protokolü'nün florlu sera gazlarının azaltımını kontrol altına almasını içeren Kigali Değişikliği ile Florlu Sera Gazlarını İlişkin Yönetmelik karşılaştırıldığında mevcut Yönetmeliğimizde florlu sera gazlarının tüketimi için bir azaltım takvimi yer almamaktadır.

Kigali Değişikliği'nde Türkiye gelişmekte olan ülkeler A5 1. Grup içinde yer almaktadır. Kigali Değişikliği A5 Grup 1 Ülkeleri için azaltım takvimine göre (Çizelge 1); 2024 yılı itibariyle HFC tüketimi belirli bir seviyede durdurulacak olup Kigali Değişikliği'nce belirlenen azaltım takvimi çerçevesinde Türkiye'nin 2029 yılında %10'luk bir azaltım gerçekleştirmiş olması gerekmektedir. Ülkemizde florlu sera gazlarının üretimi olmadığından durdurma ithalat miktarı üzerinden gerçekleştirilmelidir.

2024 yılında HFC tüketiminin durdurulacağı referans HFC miktarı; 2020-2022 yıllarındaki HFC tüketim miktarının ortalaması ile Ülkede HCFC tüketiminin durdurulduğu yıldaki referans miktarın %65'inin toplamı olarak hesaplanmaktadır.



Çizelge 1. Kigali Değişikliği A5 Grup 1 Ülkeleri İçin Azaltım Grafiği

Florlu Sera Gazlarına İlişkin Yönetmelik florlu sera gazlarının ithalatı ve ihracatına ilişkin raporlama bulunmakla beraber bir lisans sistemi bulunmamaktadır. Taraf Ülkelerin; Değişikliğin kabulünü takip eden 3 ay içerisinde bir lisanslama sistemi oluşturması gerekmektedir. Gelişmekte olan ülkelere lisans sistemini oluşturmak üzere 1 Ocak 2021'e kadar süre tanınmıştır. Bu kapsamda florlu sera gazlarının ve bu gazları içeren ürün ve ekipmanın özellikle ithalatına ve ihracatına ilişkin lisans sistemimizi 2021 yılına kadar oluşturmamız gerekmektedir.

Kabulü takip eden süreçte raporlama yükümlülüğü de devreye girecektir. Bir önceki yıla dair yapılan tüm ithalat, ihracat ve bertaraf işlemlerine ilişkin Birleşmiş Milletler Ozon Sekretaryasına madde bazlı bir raporlama yapılması gerekmektedir.

Ülkemizde florlu sera gazlarının üretimi olmamakla beraber Ülkemiz florlu sera gazlarının soğutucu gaz olarak kullanıldığı iklimlendirme ve soğutma ekipmanlarının en büyük üretici ve ihracatçılarından biridir. Bu kapsamda Kigali Değişikliği'ne uygun üretim ve ihracat yükümlülüklerimizin bulunması ilgili sektörün ekipman ihracatı konusunda yararına olacaktır.

Ayrıca, Kigali Değişikliği'nin 4'üncü Maddesi'nin yürürlüğe girmesi ile birlikte Değişikliği kabul eden Taraflar ile kabul etmeyen Taraflar

arasında HFC gazı ticareti kısıtlanacaktır. Bahse konu ticaret kısıtlaması 1 Ocak 2033 tarihinde yürürlüğe girecektir.

Ayrıca Kigali Değişikliği'nin Montreal Protokolü altında "Gelişmekte Olan Ülke" olarak kabul edilen ve aralarında Ülkemizin de bulunduğu "A5 Ülkeleri" için sağlanan çeşitli teşvikleri bulunmaktadır. Montreal Protokolünün 10 uncu maddesi, gelişmekte olan ülkelerin Protokole uyumunu destekleme, teknoloji transferi de dahil teknik ve mali iş birliği sağlamak için Çok Taraflı Fon adı verilen mali bir mekanizması bulunmaktadır.

Bununla birlikte gelişmekte olan Ülkeler; HFC azaltımını gerçekleştirmek için teknoloji seçiminde ve HFC muadili alternatif gaz seçiminde esnekliğe sahip olacaklardır.

Kurumsal güçlendirme, ithalat ve ihracat sistemi, lisans ve kota sistemi, raporlama, pilot projeler ve HFC azaltımı için ulusal stratejinin geliştirilmesi için aktifleştirme faaliyetleri ile ülkelere destek sağlanacaktır.

Kritik kullanım alanlarına sahip, bazı kullanım alanlarında henüz muadili bulunmamış HFC'lerin kullanımı için gelişmekte olan ülkelere çeşitli muafiyetler sağlanacaktır.

Florlu sera gazı emisyonlarını azaltmanın bariz çevresel nedenlerinin yanı sıra, florlu sera gazı kullanımını azaltmak için erken önlem alınmasından kaynaklanan bazı ekonomik faydalar da bulunmaktadır.

Türkiye, iklimlendirme ve soğutma ekipmanlarının üreticisi ve ihracatçısıdır. Sektörde düşük küresel ısınmalı teknolojilerin benimsenmesi, Türkiye'nin pazarda rekabet avantajı kazanmasını sağlayacaktır.

Kigali Değişikliği ile birlikte, Montreal Protokolü küresel ısınmaya karşı daha güçlü bir araç olacaktır. Gelişmekte olan bir Ülke olarak Türkiye'nin Montreal Protokolü Kigali Değişikliği'ni uygulamadaki çabası, çok taraflı çevre anlaşmalarında adil bir yerde bulunduğumuz takdirde göstereceğimiz başarının bir işareti olacaktır.

KAYNAKLAR

1) Garner, Robert (1996), Environmental Politics, (London, New York: Prentice Hall).
2) Wells, Donald T (1996), Environmental Policy: A Global Perspective for the Twenty-First Century, (New Jersey: Prentice Hall).
3) Moeller, Dade W. (1998), Environmental Health, (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 2nd Edt.)
4) Duru, Bülent. (2014) Viyana'dan Kyoto'ya İklim Değişikliği Serüveni
5) Çetin, Mehtap (2008), Ozon Tabakası (Yıldız Teknik Üniversitesi Ofm Fizik Öğretmenliği Alan Eğitiminde Araştırma Projesi)
6) T.C. Resmi Gazete. Ozon Tabakasını İncelten Maddelere İlişkin Yönetmelik.7/4/2017. Sayı:30031
7) T.C. Resmi Gazete. Florlu Sera Gazlarına İlişkin Yönetmelik.4/1/2018. Sayı: 30291

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

TROFİK DURUM İNDEKSİ KULLANİLARAK NUTRİENTLER VE KLOROFİL PARAMETRELERİ ARASİNDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ

Determination of The Relationship Between Nutrients and Chlorophyl Parameters Using The Trophic Status Index

Ayla Bilgin

Artvin Coruh University, Department of Environmental Engineering, 08100, Artvin /Turkey, E-mail: ayla.bilgin@gmail.com

Öz:Türkiye'de Doğu Karadeniz bölgesinde yer alan ve önemli havzaların birinde olan Çoruh Nehri havzası içinde olan Borçka baraj rezurvuarının trophic durumu ve nutrientler arasndaki ilişkiler Carlson trophic state indexi (TSI) kullanılarak ve istatistiksel analiz kullanlarak değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmede; Carlson TSI indeksi ve Türk mevzuatına göre baraj gölü su kalitesinin TP, TN verileri açısından baraj gölü mesotrophic olarak değerlendirilmektedir Bu parametrelerin ölçüm sonuçları dip noktalarda daha yüksek ve yüzeyde daha düşükdür. Chla parametresi, 2013 verileri dipte mezotrofik, 2016 verileri ise oligotrofik olarak değerlendirilmektedir. TSI (Chl) <TSI (SD) ve TSI(CHLa)<TSI(TP) and TSI(TN) olması non algal turbidity olduğunu göstermektedir. Nutrients ve Chla arasındaki iliştiki belirlemek için regresyon analizi yapılmıştır. Chl-a konsantrasyonu, TN, TP ve TN/TP konsantrasyonları ilişkisi zayıftır. Bu durum. su altı ışık kullanılabilirliği, yüksek inorganik askıda katı maddeler (uçucu olmayan askıda katı maddeler) olduğunu desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Su kalitesi, su yönetimi, trofik durum indeksi, regresyon

Abstract: trophic status of the Borçka dam rezurvuar in which one of the places of the area and an important watershed in the eastern Black Sea region Coruh River basin in Turkey and nutrients are the relationships in between Carlson trophic state index (TS) can be used and evaluated kullanlarak statistical analysis. In the evaluation; According to Carlson TSI index and Turkish legislation, the reservoir water quality is considered as mesotrophic in terms of TP, TN data. The measurement results of these parameters are higher at the bottom and lower on the surface. Chla parameter is considered as mesotrophic in 2013 data and oligotrophic in 2016 data. TSI (CHI) <TSI (SD) and TSI (CHLa) <TSI (TP) and TSI (TN) shows non-algal turbidity. The relationship of Chl-a concentration, TN, TP and TN / TP concentrations is weak. This situation. Underwater light availability supports high inorganic suspended solids (non-volatile suspended solids).

Keywords: Water quality, water management, trophic status index, regression

GİRİŞ

Ötrofikasyon, su kütlelerinde doğal olarak gerçekleşen bir işlemdir. Özellikle de fosfor (P) ve azot (N) gibi sınırlandırıcı besin maddelerinin su ortamlarına girmesinden kaynaklanmaktadır. Ancak nehir havzalarında antropojenik faaliyetler (tarımsal uygulamalar, daha önce işlem görmeden sıhhi, tarımsal ve endüstriyel atık suların girmesi) bu süreci hızlandırmaktadır. Bu faaliyetler, bu besin maddelerinin aşırı miktarda su kaynağına girmesine neden olur (Lundberg 2013; Vieira et al. 2013; Lopes et al. 2019).

Ötrofikasyon süreci uzun süredir göllerde ve rezervuarlarda çalışılmıştır. Bu sayısız ötrofikasyon modelinin geliştirilmesine ve bu ortamların trofik durumlarına göre kategorize edilmesine olanak sağlamıştır. Geleneksel olarak, trofik kategoriler birincil üretkenlik değerleri, birincil üreticilerin biyokütle değerleri ve besin yükü ve / veya su kolonundaki besin konsantrasyonu ile ilgilidir (OECD, 1982; Chalar et al. 2011).

Fosfor ve azot sucul alg üretimi için birincil sınırlayıcı besinlerdir. TN/TP kütle oranı bu iki elementin mekansal ve zamansal ekolojik olarak anlamlı ölçekler oluşturarak kullanılabilirliğini değerlendirmek için iyi bir ölçüdür (Smith 1982). Toplam azot (TN) ve toplam fosfor (TP) oranı (TN: TP) genellikle gölleri N ve P sınırlayıcı besin olduğunu belirlemek için bir indeks olarak önerilmiştir (Canfield 1983; Downing and McCauley 1992; Guildford ve Hecky 2000).

Bu çalışmada; Türkiye'de Doğu Karadeniz bölgesinde yer alan ve önemli havzaların birinde olan Çoruh Nehri havzası içinde olan Borçka baraj rezurvuarının trophic durumu ve nutrientler arasndaki ilişkiler trophic state indexi kullanılarak ve istatistiksel analiz kullanlarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada 1) Mevzuatta yer alan limit değerler ile TSI indeksi değerlerinin uyumluğu belirlenmesi, 2) Klorofil (Chla) ve nutrientler arasındaki ilişkilerin ve değişimin belirlenmesi 3) Baraj gölünün trofik durumunun belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma verileri, Artvin (Turkey)Çevre ve Şehircilik il Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Müdürlük personeli gözetiminde Ekim 2016 tarihinde (Site1, Site2, Site 3) Nisan 2013 tarihinde (Site4, Site 5, Site 6, Site 7) Borçka baraj gölü yüzey, orta ve dip olmak üzere göl alanının dört köşesinden anlık olarak örnekler alınmıştır. Su kalite verisini değerlendirmek amacıyla; toplam fosfor (TP), toplam azot (TN), klorofil-a (Chl-a) ve seki diski (SD) derinlikleri ölçülmüştür. Nisan 2013 verileri Bilgin (2015) tarafından statistic analiz kullanılarak değerlendirilmiştir.

İstatistiksel analiz olarak lineer regresyan analizi kullanılmıştır.

Trophic Durum İndeksi

Carlson (1977), bir su kütlesinin trofik halini Trofik State İndeksi (TSI) değerine göre ölçmeyi önerdi; bunlar dört temel sınıfa ayrılabilir: oligotrophic, mesotrophic, eutrophic, and hypereutrophic. Carlson'un TSI modeli, az miktarda köklü su bitkileri ve az miktarda nonalgal bulanıklığı olmayan göllerde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Carlson trofik state indeksi bir bölgedeki gölleri karşılaştırmak ve zaman içindeki trofik durumdaki değişiklikleri değerlendirmek için kullanışlıdır (Environmental Protection Agency, 2007). Bir gölün oligotrofikten ötrofik'e ilerlemesi, toplam fosfor (TP), SDT ve klorofil a (Chl-a) ölçümlerinden hesaplanabilir. Carlson (1 977) endeksi, uygulama basitliği ve küçük veri gereklilikleri gibi avantajlara sahiptir.

$$TSI(CHL, \mu g\ L{-}1) = 10 \times [6 - (2.04 - 0.68 \ln CHL)/\ln 2] \quad (1)$$

$$TSI(TP, \mu g\ L{-}1) = 10 \times [6 - \ln(48/TP)/\ln 2] \quad (2)$$

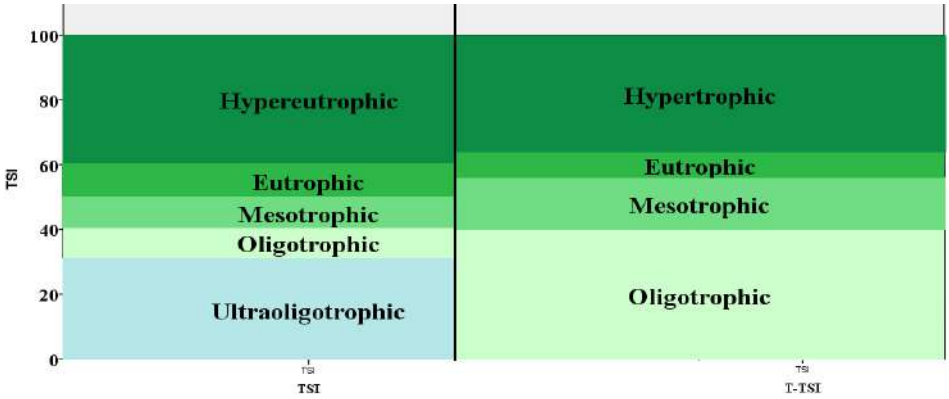
$$TSI(SD, m) = 10 \times [6 - \ln SD/\ln 2] \quad (3)$$

$$TSI(TN, mg\ L{-}1) = 10 \times [6 - \ln(1.47/TN) \ln 2] \quad (4)$$

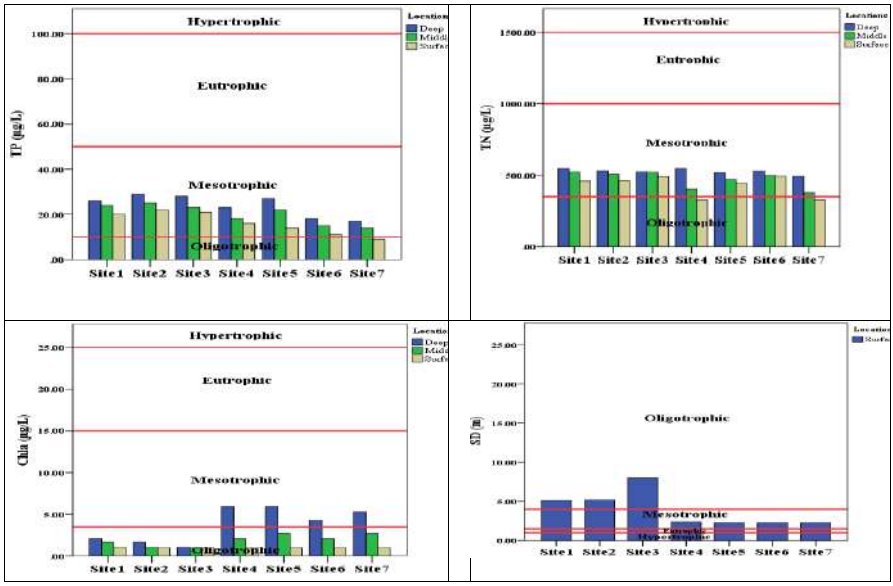
TARTIŞMA ve SONUÇ

Baraj gölü ölçüm parametrelerinin değerlendirilmesi için bar grafikleri çizilmiştir. Su kalitesi durum değerlendirmesi Türkiye mevzuatı na göre yapılmıştır. Bu mevzuat "Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği" 30.11.2012 tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Söz konusu Yönetmelik, 15.04.2015 tarihli ve 29327 sayılı Resmi Gazete'de yapılan değişiklik ile 10.08.2016 tarihli ve 29797 sayılı Resmi Gazete'de yapılan değişiklik olmak üzere iki kere revize edilmiştir.. Bu değerlere göre gölet ve baraj gölleri için verilen sınır değerler esas alınmıştır. TSI indeks formulasyonu kullanılarak Türkiyede ki yönetmelik verileri Carlson indeks değerleri ile karşılaştırmak amacı ile hesaplanmıştır (Şekil1).

Bu mevzuata göre grafikler çizildiğinde; TP, TN verileri açısından baraj gölü Mesotrophic olarak değerlendirilmektedir Bu parametrelerin ölçüm sonuçları dip noktalarda daha yüksek ve yüzeyde daha düşükdür. Chla parametresi 2016 verileri için (Site1,2,3) yüzey, orta ve dip noktalarda oligotrofik olarak değerlendirilirken; 2013 verileri için Site (4-7) dip noktada mezotrofik orta ve yüzeyde ie otrofik olarak değerlendirilmektedir. SD ise 2016 verileri için (Site1,2,3) oligotrofik olarak değerlendirilirken; 2013 verileri için Site (4-7) mezotrofik olarak değerlendirilmektedir.



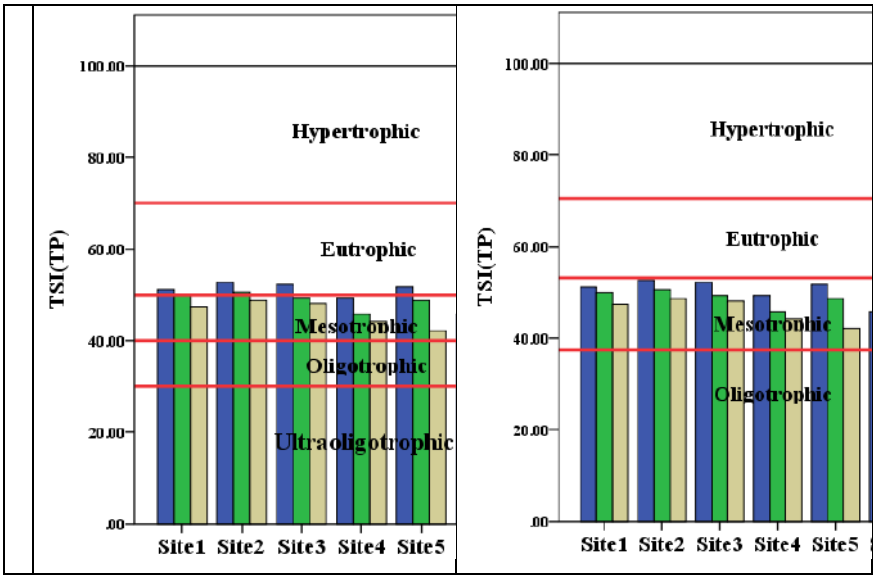
Şekil 1. Trophic state indeks sınır değerleri a) Carlson TSI değerleri b) Türk mevzuatında "Göl, Gölet ve Baraj Gölleri Ötrofikasyon Kriterleri "baraj gölü trophic durumu sınır değerleri ve bu sınır değerlerin TSI indeksi formulasyonuna göre hesaplanan değerlerin

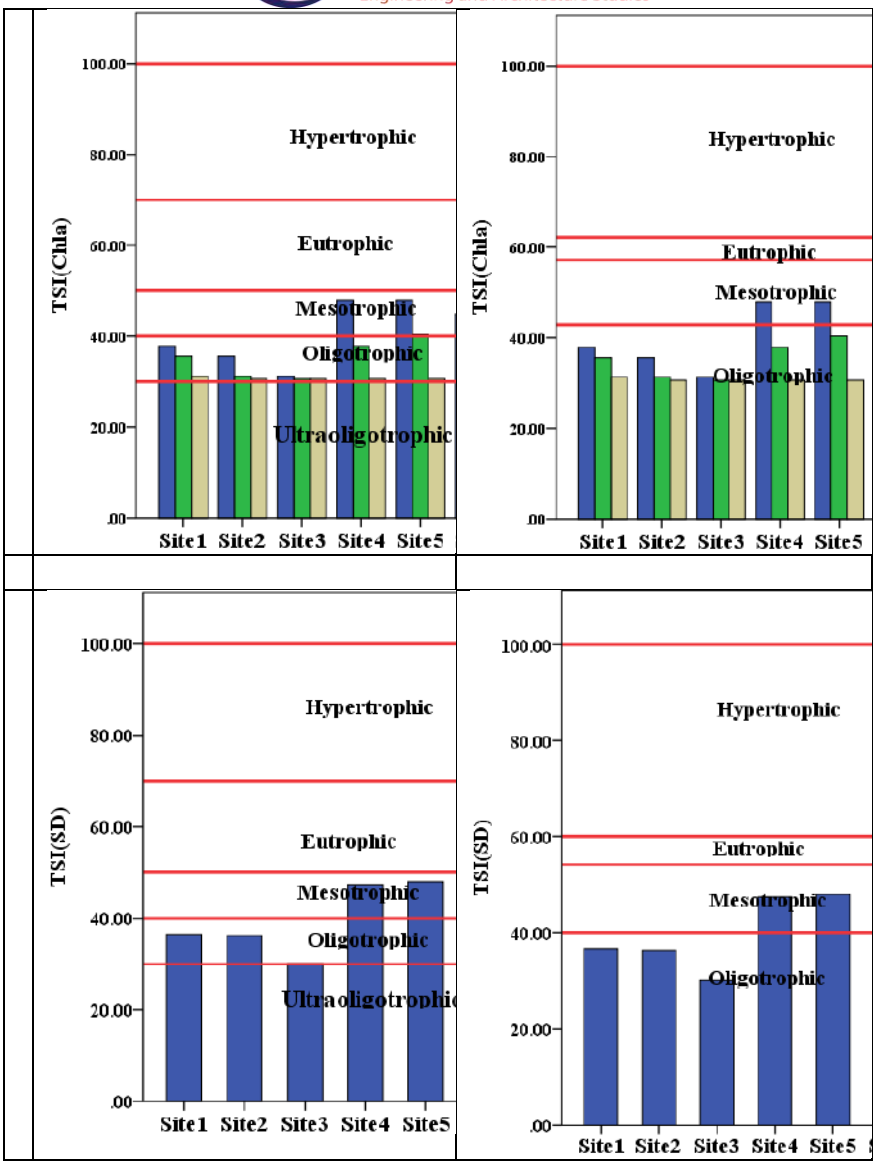


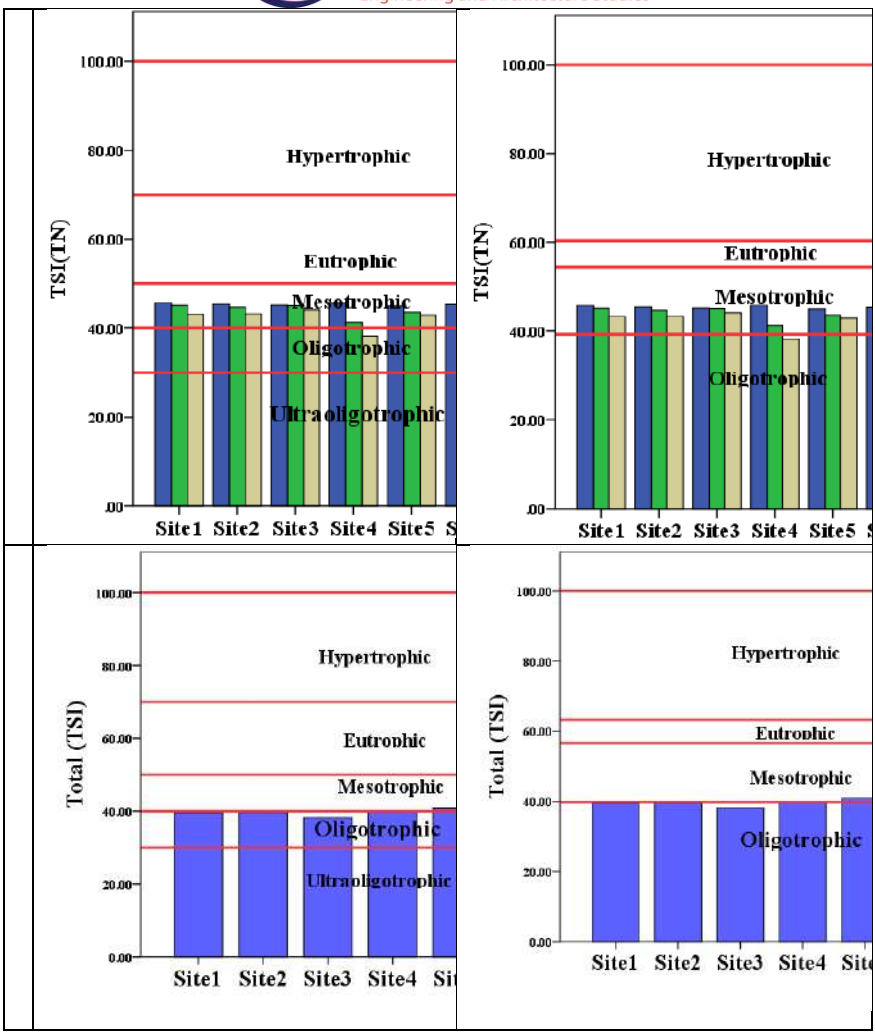
Şekil 2. Yönetmelik değerlerine göre baraj gölü TP,TN, SD ve Chla değerlerinin sınıflandırılması

Baraj gölü su kalitesi değerlendirilmesi Carslson trofik state indeksine (CTSI) ve bu indeksin Türkiye mevzatında yer alan değerler kullanılarak modifiye edilerek değerlendirilmesi yapılmıştır. TSI indeksine göre değerlendirme yapıldığında; TSI(TP) değeri dipte ötrofik olarak hesaplanırken orta ve yüzeyde mesotrophic olarak hesaplanmıştır. Bu değere göre; Site 6 ve Site7 de sadece yüzey oligotrophic olarak hesaplanmıştır. TSI(TN) değerine göre değerlendirildiğinde; göl su kalitesi Site 1-3 ve Site 5,6 da yüzey, orta ve dipte mesotrophic, Site 4 ve Site 7 de dip ve orta mesotrophic, yüzey ise oligotrophic olarak, hesaplanmıştır. TSI (Chla) değeri ve TSI (SD) değerine göre ise; yüzey ve orta Site (1-7) oligotrophic, deep noktalara göre değerlendirildiğinde Site (4-7) mesotrophic olarak hesaplanmıştır.

TSI değerlerinin ortalaması alınarak değerlendirildiğinde baraj gölü su kalitesi oligotrofik olarak değerlendirilmekte fakat mezotrofik sınır değere çok yakın olduğu görülmektedir.

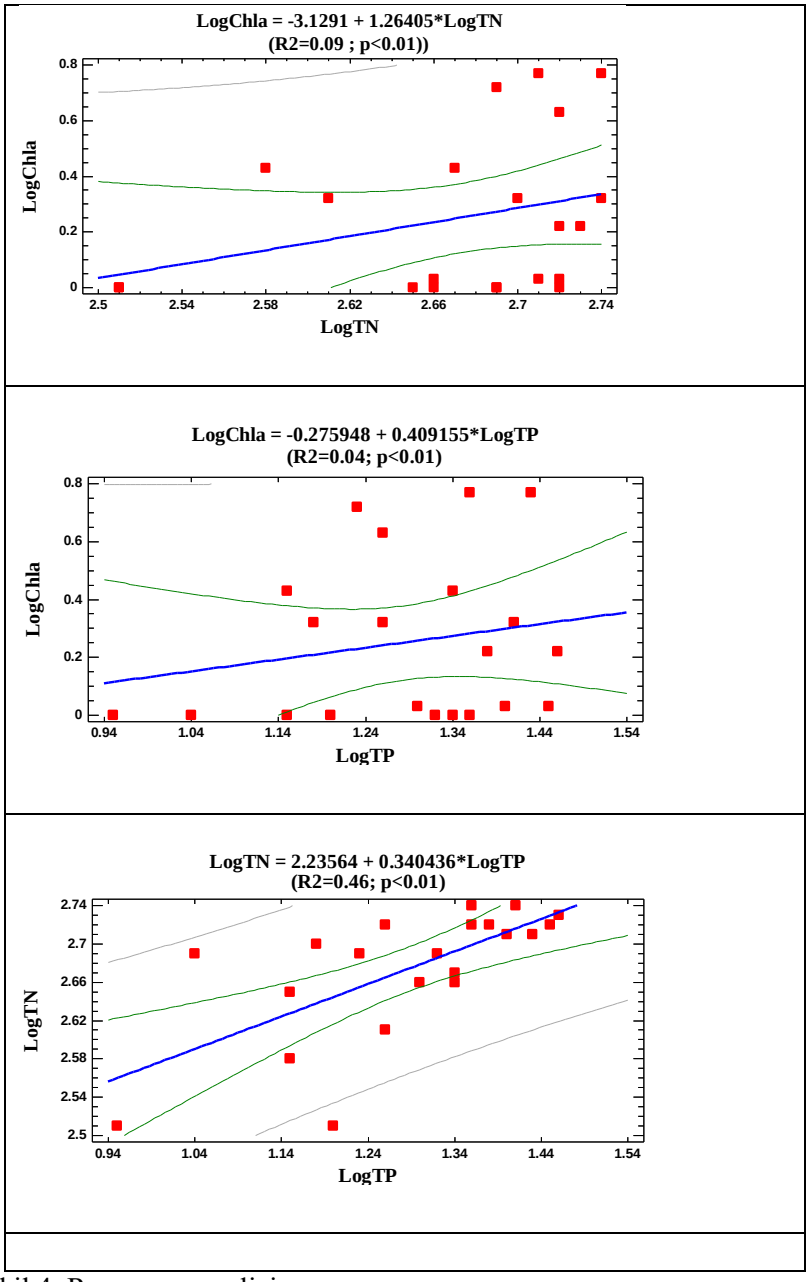



TSI(Chla)
100.00
80.00
60.00
40.00
20.00
.00
Hypertrophic
Eutrophic
Mesotrophic
Oligotrophic
Ultraoligotrophic
Site1 Site2 Site3 Site4 Site5
TSI(Chla)
100.00
80.00
60.00
40.00
20.00
.00
Hypertrophic
Eutrophic
Mesotrophic
Oligotrophic
Site1 Site2 Site3 Site4 Site5
TSI(SD)
100.00
80.00
60.00
40.00
20.00
.00
Hypertrophic
Eutrophic
Mesotrophic
Oligotrophic
Ultraoligotrophic
Site1 Site2 Site3 Site4 Site5
TSI(SD)
100.00
80.00
60.00
40.00
20.00
.00
Hypertrophic
Eutrophic
Mesotrophic
Oligotrophic
Site1 Site2 Site3 Site4 Site5



Şekil 3. Ölçüm noktalarında hesaplanan TSI değerleri, ve yönetmelik düzenlemelerine göre hesaplanan değerler

Regrasyon analizi için log- transformed data kullanılmıştır. Buna göre Chl-a konsantrasyonu, TN, TP ve TN/TP konsantrasyonları ilişkisi zayıftır TN ve TP arasında ise significant (R2=0.46) ilişki mevcuttur. TN ve TP'nin klorofil üzerindeki regresyon analizi düşük olması su altı ışık kullanılabilirliği, yüksek inorganik askıda katı maddeler (uçucu olmayan askıda katı maddeler) olduğunu desteklemektedir (Calderon and Ann, 2016). Empirical modeller (Chl-TP (R2=0.04), Chl-TN (R2=0.09) ve Chl-TN: TP(R2=0.22) zayıf ilişkiler göstermiştir (Şekil 4);



Şekil 4. Regresyon analizi sonucu

SONUÇLAR

Baraj gölü trophic durumunu tespit etmek için TSI indeksi kullanılmıştır. Carlson TSI indeksi ve Türk mevzuatına göre baraj gölü su kalitesinin TP, TN verileri açısından baraj gölü mesotrophic olarak değerlendirilmektedir Bu parametrelerin ölçüm sonuçları dip noktalarda daha yüksek ve yüzeyde daha düşükdür. Chla parametresi, 2013 verileri dipte mezotrofik, 2016 verileri ise oligotrofik olarak deperlendirilmektedir.

Klorofil ve besin konsantrasyonunu etkileyen işlemlerin yorumlanmasında, göl trofik durumunun ve sınırlayıcı faktörlerinin teşhisinde sıklıkla kullanılan iki boyutlu grafiksel yaklaşımlar kullanılmıştır. Bu analiz sonucunda; TSI (Chl) <TSI (SD) ve TSI(CHLa)<TSI(TP) and TSI(TN) olması non algal turbidity olduğunu göstermektedir. Yani yüksek çözünmüş organik madde konsantrasyonları veya algal olmayan bulanıklık veya renkteki küçük parçacıklar gibi algal olmayan faktörler hakimdir. Bu durumda ağırlıklı olarak klorofilden ziyade sediment veya diğer organik maddeler tarafından oluşan bulanıklık vardır.

Nutrients ve Chla arasındaki iliştiki belirlemek için regrasyon analizi yapılmıştır. Chl-a konsantrasyonu, TN, TP ve TN/TP konsantrasyonları ilişkisi zayıftır. Bu durum. su altı ışık kullanılabilirliği, yüksek inorganik askıda katı maddeler (uçucu olmayan askıda katı maddeler) olduğunu desteklemektedir.

Kaynaklar

1. Bilgin, A. (2015). Evaluation Of Borcka Reservoir Water Quality By A Multivariate Statistical Method. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11(2), 287-293
2. Calderon, M.S., &An, M.G. (2016). Spatio-temporal variabilities of nutrients and chlorophyll, and the trophic state index deviations on the relation of nutrients-chlorophyll–light availability. *J. Ecol. Environ.* 39(1), 31-42, 2016.
3. Canfield, D.E., Jr. (1983). Prediction of chlorophyll a concentrations in Florida lakes: the importance of phosphorns and nitrogen. *Water Res. Bull.* 19, 255-262.
4. Carlson, R. E. (1977). A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22(2), 261–269.
5. Chalar, G., Arocena, R., Pablo Pacheco, J., & Fabián, D. (2011). Trophic assessment of streams in Uruguay: A Trophic State Index for Benthic Invertebrates (TSI-BI). *Ecol. Indic.*, 11, 362- 369.

6. Downing JA, & McCauley E. (1992). The Nitrogen: phosphorus relationship in lakes. *Limnol Oceanogr*, 37, 936–945.

7. .Guildford, S.J. & Hecky, R.E. (2000). Total nitrogen, total phosphorus, and nutrient limitation in lakes and oceans: Is there a common relationship. *Lin,nol. Oceanogr*, 45(6), 1213-1223.

8. Halstead, J.A., Kliman, S., Berheide, C.W., Chaucer, A., & Cock-Esteb, A. (2014). Urban stream syndrome in a small, lightly developed watershed: a statistical analysis of water chemistry parameters, land use patterns, and natural sources. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(6), 3391–3414.

9. Lillesand, T. M., Johnson, W. L., Denell, R. L., Lindstorm, O. M. & Meisner, D. E. (1983). Use of Landsat data to predict the trophic state of Minnesota lakes. Photogramm. Engng Remote Sens. 49, 219-229.

10. Lopes, O.F., Rocha, F.A., de Sousa, L.F., da Silva, D.M.L., Amorim, A.F., Gomes, R.L., da Silva Junior, A.L.S., & de Jesus, R.M. (2019). Influence of land use on trophic state indexes in northeast Brazilian river basins. *Environ Monit Assess.* 191(2), 77.

11. Lundberg, C. (2013). Eutrophication, risk management and sustainability: the perceptions of different stakeholders in the northern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 66(1–2), 143–150.

12. Matthews, R., Hilles, M., & Pelletier, G. (2002). Determining trophic state in Lake Whatcom, Washington (USA), a soft water lake exhibiting seasonal nitrogen limitation. *Hydrobiologia*, 468, 107 – 121.

13. OECD, (1982). Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control. Paris: OECD

14. Smith, V.H. (1982). The nitrogen and phosphorus dependence of algal biomass in lakes: An empirical and theoretical analysis. *Limnol Oceanogr*, 27, 1101-1112

15. SWQMR (2016). Turkish Surface Water Quality Management Regulations. Official Gazette 10.08.2016 and numbered 29797.

16. Vieira, J. M. P., Pinho, J. L. S., Dias, N., Schwanenberg, D.,& Van Den Boogaard, H. F. P. (2013). Parameter estimation for eutrophication models in reservoirs. *Water Science and Technology*, 68(2), 319–327.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT REGULATIONS IN TURKEY: EVALUATION OF RECYCLING PROJECTS

Ayla Bilgin

Artvin Coruh University, Department of Environmental Engineering, 08100, Artvin /Turkey, E-mail: ayla.bilgin@gmail.com

Abstract: In Turkey, the waste and metal recycling projects under the scope of Environmental Impact Assessment (EIA) regulations were evaluated numerically. The first EIA regulations in Turkey in 1993 and the final EIA regulations was published in 2014. The data were taken from the Ministry of Environment and Urbanization web site. As a result of the evaluation, tire recycling projects were the most planned among the waste recycling projects. Secondly, the metal recycling projects were planned. The number of waste recycling projects increased after 2013. According to the results of the study; In the areas where the industry is the most, recycling projects have increased.

Keywords: Environmental impact assessment, environmental management, , environmental law, metal recycling, recycling

INTRODUCTION

The EIA includes environmental impact assessment of the project, plan environmental impact assessment and strategic environmental assessment. With the regionalization and globalization of environmental problems, transboundary environmental impact assessment is also increasing (Yanhua et al. 2011).

General regulations on waste management in Turkey; The regulations on waste diversity and EU Directives have been published and put into practice (MEU, 2012). The amount of waste can be recycled in Turkey has increased between the years 2010-2016 when evaluated. It is seen that the amount of metal waste increased on a yearly basis. This situation is considered as the result of industrialization. The wastes are recovered in order to reuse them or to remove the hazardous properties they contain. Wastes containing precious metals such as aluminum, zinc and copper are recovered by appropriate processes and thus contribute to the economy. Statistics show that the main metal industry wastes are in the first place, followed by manufacturing of food products, manufacturing of other non-metallic mineral products and production of chemicals and chemical products, respectively (BSTB, 2017).

The European vision of 2050 is mainly focused on preserving natural capital and producing resource-efficient products. Although the main objective of the EU (European Union) is to improve air and water quality, the main concerns regarding the loss of soil functions, land degradation and climate change require more protection. EU is planned to reduce greenhouse gas emissions, fossil fuel use, resource use, waste generation and improve recycling rates .

In Europe, it is seen that the most waste is formed in France, considering the hazardous and non-hazardous waste recycling data . In some countries, the amount of waste decreased from 2010 to 2016. These countries are Bulgaria, Denmark, Belgium, Switzerland, Netherlands, Ireland, Sweeden, Finland and Italy.

Environmental Impact Assessment with the EIA Directive entered into force on February 7, 1993 in Turkey was defined as a legal process. The EIA Regulation was revised on 23 June 1997, 6 June 2002, 16 December 2003, 17 July 2008, 3 October 2013 and lastly 25 November 2014. From 1993 to 2018, the EIA Regulation has been amended 7 times (Bilgin, 2015).

EIA Annex-1 recycling project list in Turkey are;

1)Waste disposal installations for the recovery and / or final disposal of hazardous and specially processed wastes,

2) Facilities designed for waste oil recovery with a capacity equal to and above 2.000 tonne per year,

3) Facilities where waste of more than 10 hectares, and / or target year, including 100 tonne and more per day, excluding construction ruins and excavation wastes, within the scope of the EIA (Official Gazette, 2014).

In this study, the EIA decisions of recycling between 1993 and 2018 were examined. This study results show that the scope of recycling practices at EIA in Turkey.

METHODOLOGY/METHODS

The data were taken from the Ministry of Environment and Urbanization web site (URL-2). The EIA decisions between 1993-2018 were evaluated. SPPS-19 program was used to evaluate the data. Frequency and crosstab analyzes were used in the program. In the study, Annex-1 (big capacity projects) recycling projects was evaluated within the scope of EIA.

RESULTS

Recycling EIA decisions within the scope of Turkey EIA Regulation are evaluated from1993 to 2018. Accordingly, the EIA project decision was carried out for the highest number of tire recycling projects. Secondly, the EIA project was carried out for metal recycling projects in Turkey (Figure 1).

Recycling projects EIA decisions were made on the basis of a yearly evaluation and in 2013 the highest recycling project was carried out (Figure 2). On the basis of the province, it is seen that the recycling facilities are established in the places where the industry is the most (Figure 3). According to the results, it indicates that recycling projects are carried out because there is more waste in areas close to industrial areas.

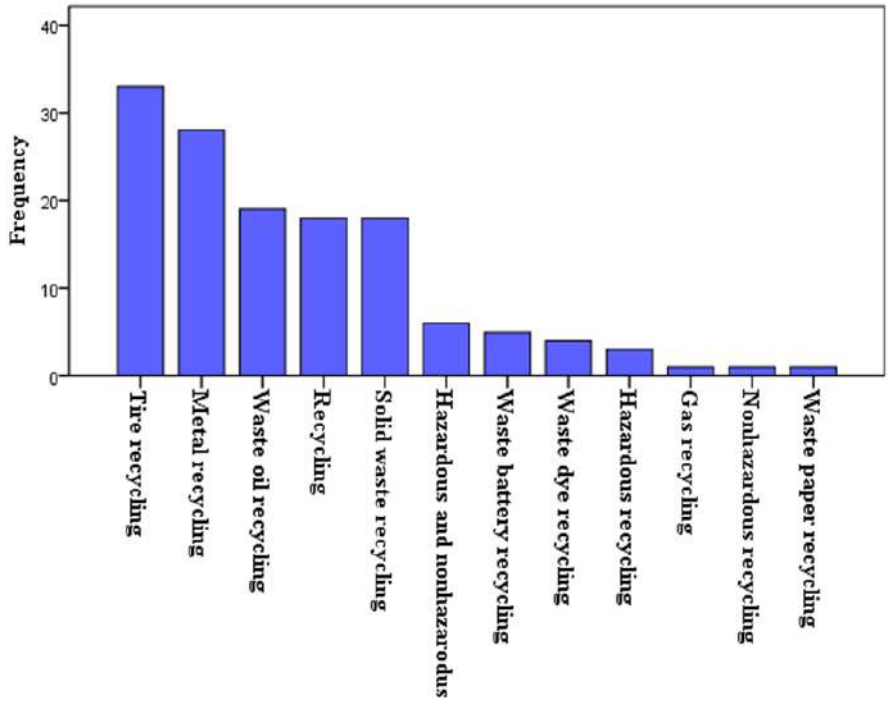


Figure 1: Annex-1 EIA recycling projects in Turkey, (EIA-Annex-1;1993-2018)

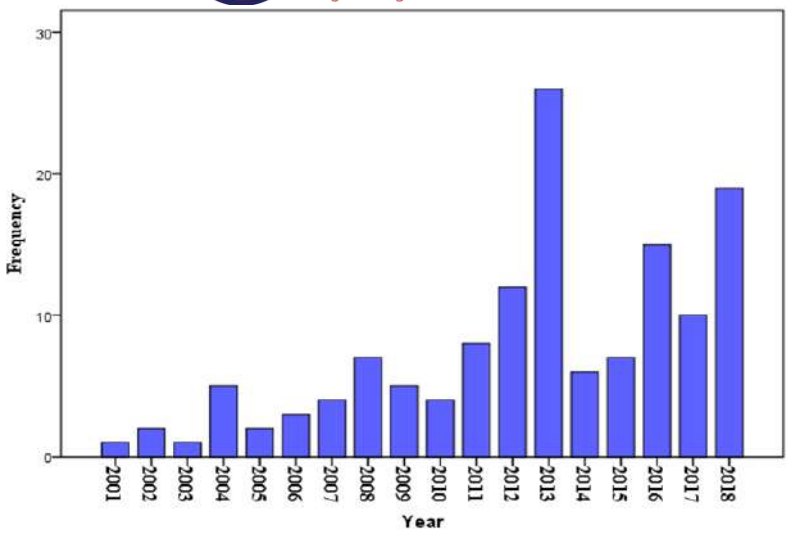


Figure 2: Recycling projects in Turkey according to years (EIA-Annex-1;1993-2018)

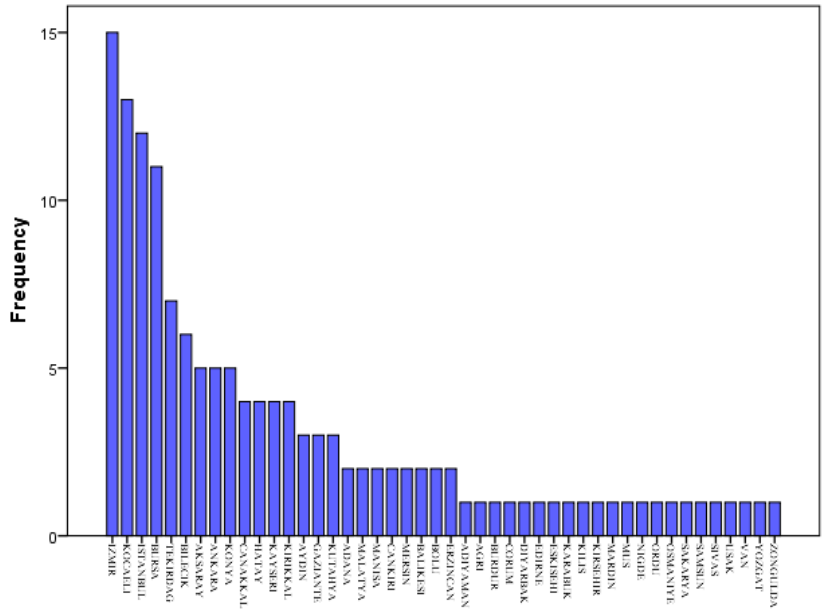


Figure 3: Recycling projects in Turkey according to provinces (EIA-Annex-1;1993-2018)

CONCLUSION

In this study was evaluated according to the EIA recycling projects in Turkey. With increasing technology, the environment is getting more and more polluted. The EIA regulation is an important tool for the planned management of the environment around the world. When the EIA applications are evaluated, it is seen that the implementation of the legislation from country to country has changed. Environmental pollution is important on a global scale. Different evaluations of countries are insufficient to solve common problems. It shows that the recycling projects have increased in places where the industry is close.

REFERENCES

Bilgin, A, (2015). Analysis of the Environmental Impact Assessment (EIA) Directive and the EIA decision in Turkey. Environmental Impact Assessment Review, 40-51.

BSTB, Bilim, Sanayi Ve Teknoloji Bakanlığı**,** Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi Ve Eylem Plani 2014-2017

MEU, Ministery of Environment and Urbanizaiton, Turkey, (2012).

Official Gazette, 2014. Environmental impact assessment regulation, 29186, Turkish Official Gazette (2014) (25 November)

URL-1: http://ced.csb.gov.tr/ced-kararlari-i-82321

Yanhua, Z, Songa, H, Hongyan, L, Beibei, N, (2011). Global Environmental Impact Assessment Research Trends (1973-2009). Procedia Environmental Sciences, 11:1499 – 1507.

ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

EMI FİLTRE TASARIMINDA EMPEDANS UYUMSUZLUĞUNUN ÖNEMİ

Importance of Impedance Mismatch in Design of EMI Filter

Halime Hızarcı[1] & Uğur Arifoğlu[2]

1 (Arş. Gör.); Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Sakarya-Türkiye, hhizarci@sakarya.edu.tr

2 (Prof. Dr.); Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Sakarya-Türkiye, arifoglu@sakarya.edu.tr

Öz: Gelişen yarıiletken teknolojisiyle birlikte güç elektroniği devre tasarımlarında yüksek anahtarlama hızları kullanılarak devre elemanlarının boyutlarında azalma sağlanmakta ve bu sayede devrenin güç yoğunluğu arttırılmaktadır. Ancak hızlı anahtarlamadan dolayı yüksek dv/dt ve di/dt değişimleri meydana gelmekte, devrede elektromanyetik girişim (EMI) sorunu ortaya çıkmaktadır. Güç elektroniği devre tasarımlarında EMI standartları; boyut, maliyet, verim ve kalite gibi önemli tasarım kriterlerinde belirleyici bir etkendir.

EMI sorunun çözümünde topraklama, ekranlama ve filtreleme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden filtreleme; devre tasarımlarında diğer yöntemlere göre daha etkilidir ve maliyet bakımından da en çok tercih edilen yöntemdir. EMI filtre hacimsel olarak büyük yer kaplayan ve devre tasarımının tüm aşamalarında göz önünde bulundurulması gereken bir yapıdır. Yapılan çalışmada EMI filtre tasarımı için filtrenin giriş ve çıkış empedanslarının uyumsuzluğu konusu incelenmiştir. Filtrenin gürültü zayıflatmadaki başarısını ifade eden araya girme kaybı; farklı filtre yapıları için benzetim yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Benzetim çalışması yapılan filtre tasarımlarında en büyük araya girme kaybının görüldüğü iki durum; filtre girişindeki empedansın kaynak empedansı ile uyumsuz olması ve filtre çıkışındaki empedansın yük empedansı ile uyumsuz olmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Elektromanyetik girişim (EMI), empedans uyumsuzluğu, pi filtre, LC filtre

Abstract: By using high switching rates in power electronics circuit designs with developing semiconductor technology, the size of circuit elements is reduced and thus power density of the circuit is increased. However, due to fast switching, high dv/dt and di/dt changes occur and the problem of electromagnetic interference (EMI) arises in the circuit. In power electronics circuit designs, the subject of EMI is a determining factor in important design criteria such as size, cost, efficiency and quality.

Grounding, shielding and filtering methods are used for solution of EMI problem. Filtering from these methods is more effective than other methods in circuit designs and is the most preferred method in terms of cost. The EMI filter is a takes up large space as volumetric and must be considered at all stages of circuit design. The study examined the mismatch of the input and output impedance of the filter for EMI filter design. Insertion loss which refers to the filter's success in noise attenuation; it was analyzed using simulation for different filter structures. It was observed that the largest insertion loss was achieved in the filter designs, where the impedance at the filter input was mismatch with the source impedance and the impedance at the filter output was mismatch with the load impedance.

Keywords: Electromagnetic interference (EMI), impedance mismatch, pi filter, LC filter

GİRİŞ

Elektrikli ve elektronik cihazlarda meydana gelen elektromanyetik girişimin kontrolünde EMI filtre kullanımı çok tercih edilen bir yöntemdir. EMI filtre ile istenmeyen girişimler elektromanyetik uyumluluk sınırlamalarına göre kabul edilebilir bir seviyede azaltılabilmektedir. Filtre tasarımında en uygun topoloji ve eleman değerleri ile EMI gürültünün azaltılması istenmektedir. Bunun için de filtrenin giriş ve çıkışındaki empedans büyüklüğü çok önemlidir. EMI filtre tasarımı; haberleşme sistemleri ve mikrodalga uygulamalarında olduğu gibi kaynak ve yük empedanslarının 50Ω'da uyumlu olduğu kabulü ile yapılmaktadır. Bu amaçla LISN devresi kullanılarak 50Ω yük empedans şartı sağlanır. Gerçek uygulamalarda yük empedansı şebeke empedansına karşılık gelirken, kaynak empedansı ise cihaz tarafına doğru bakıldığında görülen eşdeğer empedanstır. Bu iki empedans değeri 50Ω olmadığı gibi iletkenlik yoluyla yayınım (Conducted Emission-CE) testi için ölçüm yapılan frekans aralığında da sabit kalacağı belirsizdir (Richard Lee Ozenbaugh, 2012). Bir elektronik ürün tarafından AA şebekeye iletilen EMI gürültü gerilim/akım sınırları ilgili standart ile belirlenmiştir. Şebeke empedansının 2-450 Hz gibi geniş bir aralıkta değişimi nedeniyle tekrar edilebilir CE test sonuçları elde etmek güçtür (Nicholson ve Malack, 1973). Bu nedenle şebeke tarafında sabit ve bilinen bir empedans sağlayabilmek için CE testlerinde LISN devresi kullanılmaktadır.

Bu çalışmada EMI filtre tasarımında empedans uyumsuzluğu konusunun incelenmesi için farklı filtre topolojilerinin benzetim çalışması yapılmıştır. Çalışma sonucunda empedans uyumsuzluğunun en fazla olduğu durumda en iyi filtre zayıflatmasının sağlandığı görülmüştür.

MATERYAL & YÖNTEM

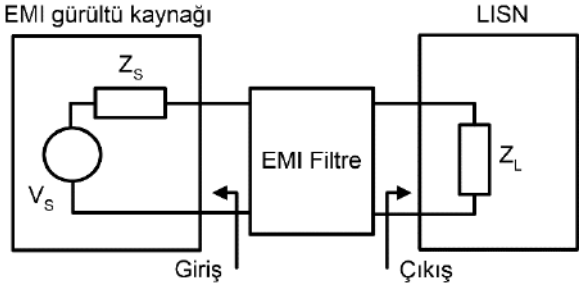
Empedans Uyumsuzluğu

EMI filtre tasarımında empedans uyumsuzluğunun temel amacı yüksek frekanslı elektromanyetik işaretin iletim yolunda empedans süreksizliği sağlamaktır. Böylece EM işaret enerjisinin çoğu kaynağa yansıtılır. Şekil 1'deki devreye bakıldığında filtrenin çıkış empedansı yük empedansına eşit değilse bu noktada yansıma meydana gelecektir.

$\rho = Z_S - Z_L / Z_S + Z_L$ ile ifade edilen yansıma katsayısı; Z_S kaynak empedansı ve Z_L yük empedansı arasındaki fark arttıkça daha büyük değer alacaktır. Filtrenin giriş ve çıkışında empedans uyumsuzluğu sağlanırsa gürültü işareti kendi giriş ve çıkış bağlantılarına yansıyacaktır. Yansıma durumuna bir örnek olarak C filtre düşünüldüğünde yüksek giriş empedansına paralel olarak bağlanan filtrenin etkisi yüksek, düşük giriş empedansına bağlantı yapıldığında ise C filtreden beklenen başarı daha düşük olacaktır. L filtre için ise tam tersi bir durum söz konusudur. Sonuç olarak filtre tasarımlarında filtrenin her iki ucundaki empedansların bilinmesi önemlidir.

EMI Filtrede Araya Girme Kaybı

Araya girme kaybı (I_L-insertion loss) değeri, belirli frekans aralığındaki bir işaretin filtre tarafından ne kadar zayıflatıldığını gösterir.



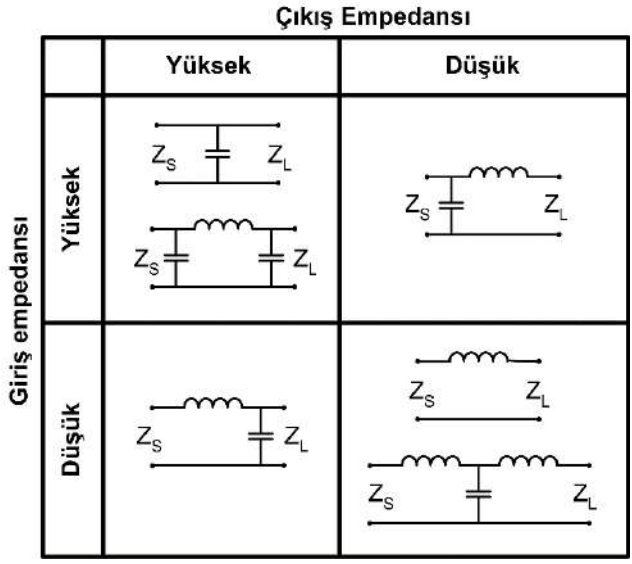
Şekil 1. Araya girme kaybı ölçümü.

Filtrenin istenmeyen gürültüleri devreden uzaklaştırma yeteneği olan I_L değeri Denklem (1) ile hesaplanır.

$$I_L(dB) = 20log_{10} \frac{Filtresiz\ işaret\ genliği}{Filtreli\ işaret\ genliği} \quad (1)$$

EMI filtre topolojileri

Şekil 2'de giriş ve çıkış empedanslarına göre ayrılmış olan EMI filtre, kapasitör ve bobin elemanları ile oluşturulur. Bu iki eleman farklı şekilde bağlanarak çeşitli tiplerde filtre topolojileri tasarlanır.



Şekil 2. Filtrenin giriş ve çıkış empedansına göre filtre topolojileri.

En basit filtre türü olan birinci dereceden filtre, bir adet kapasitör veya bir adet bobinden oluşur. Tek elemanlı topolojide bir elemanın 20 dB/decade zayıflatma sağlaması filtre tasarımlarında yeterli olmamaktadır. Bu nedenle daha büyük araya girme kaybının sağlanması için ikinci dereceden veya yüksek dereceli filtre topolojileri kullanılmaktadır.

İki elemanlı filtre topolojileri Γ filtre olarak bilinir ve bir adet bobin ile bir adet kapasitörden meydana gelir. Γ filtre yapısında iki eleman olduğundan idealde 40 dB/decade gürültü zayıflatması sağlanmaktadır. Bu tür filtrelerde rezonans ve salınım durumları göz önünde bulundurularak tasarım yapılmalıdır (Richard Lee Ozenbaugh, 2012).

Üç elemanlı filtreler olan T ve π topolojide ise filtre zayıflatması teorik olarak 60 dB/decade olup bu filtreler endüstriyel cihazlar için filtre tasarımlarında sıkça kullanılır. Filtre zayıflatmasının bu iki topolojiden sonra da yetersiz olması durumunda katlı filtre yapıları kullanılarak daha iyi gürültü zayıflatması elde edilebilmektedir. Ancak çok katlı tasarımlarda eleman sayısının artmasıyla birlikte güç kayıpları ve filtre kararlılığı konuları göz önünde bulundurulmalıdır.

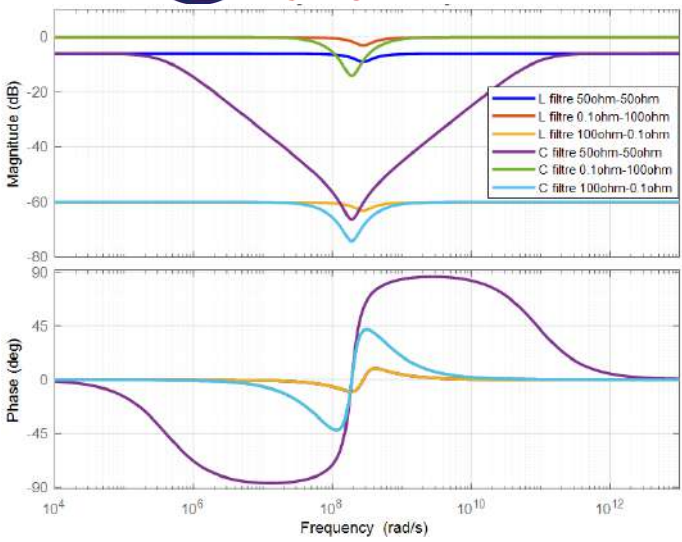
Uygun filtre topolojisinin belirlenmesi ve topolojideki filtre elemanlarının değerlerinin hesaplanabilmesi için kaynak ve yük empedansı ile filtre köşe frekansının bilinmesi gerekir. Filtre topolojisinin belirlenmesindeki yaklaşımlardan biri empedans uyumsuzluğudur. Bu yaklaşımda kaynak veya yük tarafına en yakın filtre elemanının ölçüm yapılan frekans aralığında en yüksek uyumsuzluğu sağlayacak şekilde seçilmesi gerekir. Örneğin kaynak veya yük empedansının düşük olması durumunda (tipik olarak <100Ω) seçilecek filtre elemanı bobindir. Tam tersi durumda ise kaynak veya yük empedansı yüksek (tipik olarak >100Ω) ise kapasitör tercih edilir. Filtre tasarımında empedans uyumsuzluğu yaklaşımı ile daha az filtre katı ve elemanı kullanılarak istenilen gürültü zayıflatması elde edilmiş olacaktır (Tihanyi, 1995). Filtrede empedans uyumsuzluğunun yanı sıra parazitik etkilerin de filtre modeline eklenmesi gerçeğe yakın sonuçlar verecektir (Luo, Boroyevich ve Mattavelli, 2012).

BULGULAR

Yapılan çalışmada, empedans uyumsuzluğunun filtre başarısına olan etkisi L, C, LC, CL, π ve T filtre topolojilerinde ayrı ayrı incelenmiş olup kaynak ve yük empedansları sırasıyla 50Ω-50Ω, 0.1Ω-100Ω ve 100Ω-0.1Ω olarak seçilmiştir. Filtre giriş ve çıkış empedans değerlerinin seçiminde EMI filtre üreticisi firmaların kataloglarından faydalanılmış, empedans değerinin 0.1Ω ve 100Ω olduğu durumlar ise CISPR temel standardında verilen en kötü durum olarak incelenmiştir (Cuellar ve Idir, 2014).

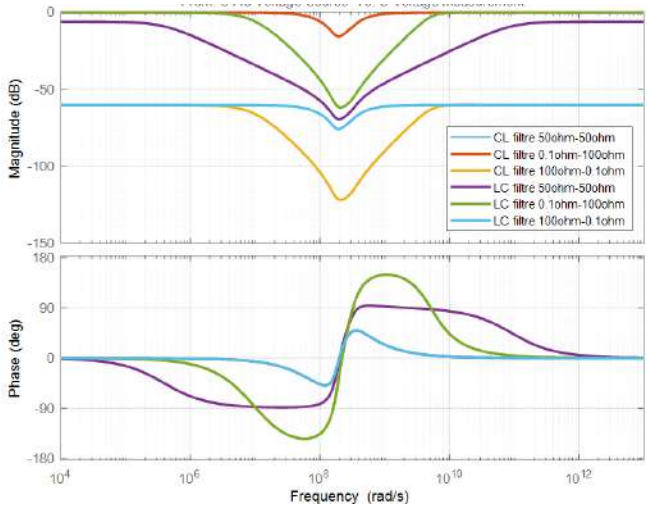
Benzetim çalışmasındaki filtre topolojilerinde kullanılan bobin değeri L=0.1µH, kapasitör değeri ise 0.1µF olarak seçilmiştir. Daha gerçekçi bir analiz yapmak için bobin ve kapasitör eşdeğer devreleri kullanılmıştır.

Birinci dereceden filtre olarak da isimlendirilen L veya C filtreler için Şekil 3'te araya girme kaybı grafiği verilmiştir. Filtre topolojilerine bakıldığında 20 dB/decade zayıflatma sağladığı görülmektedir. L filtre giriş ve çıkışındaki empedanslar açısından incelendiğinde en fazla araya girme kaybı giriş empedansının 100Ω, çıkış empedansının ise 0.1Ω olduğu durumda görülmüştür. Benzer durum C filtre için de söylenebilir. Sonuç olarak filtre empedansının kaynak ve yükle uyumsuzluğunun sağlandığı durumda en büyük araya girme kaybı elde edilmektedir.

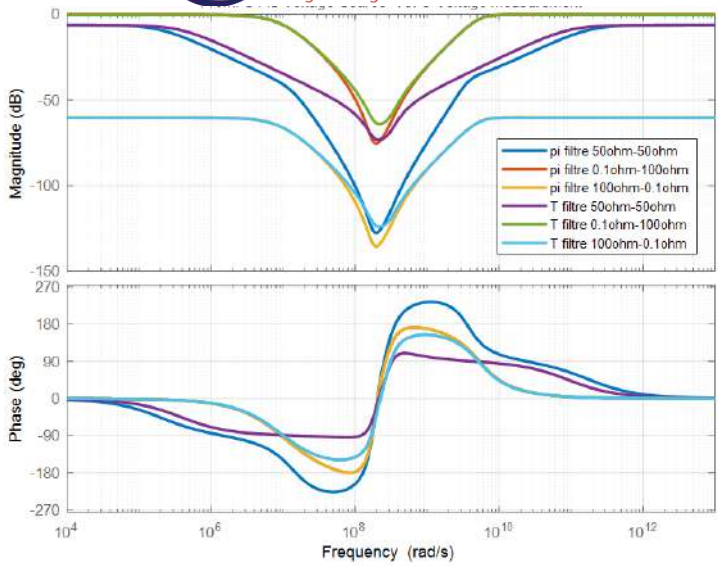


Şekil 3. Tek elemanlı filtre devresi için I_L.

İki elemanlı filtreler olan LC ve CL filtreleri için araya girme kaybı grafiği Şekil 4'te verilmiştir. Grafik incelendiğinde ikinci dereceden filtrelerden beklenildiği gibi 40 dB/decade gürültü zayıflatması sağlandığı görülmektedir. Filtrenin giriş ve çıkışındaki empedanslara bakıldığında LC ve CL filtrenin 50Ω sisteminde aynı gürültü zayıflatmasına sahip oluğu görülmüştür. Her iki filtre topolojisinde de en büyük araya girme kaybı giriş empedansı 100Ω, çıkış empedansı ise 0.1Ω iken elde edilmiştir.



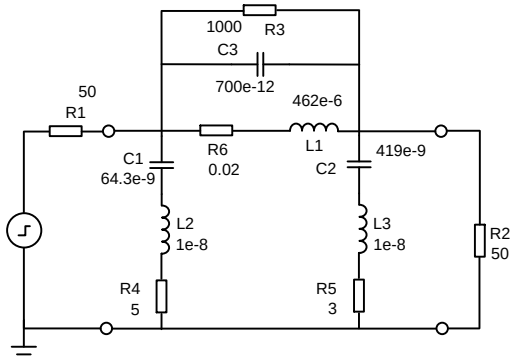
Şekil 4. İki elemanlı filtre devresi için I_L.



Şekil 5. Üç elemanlı filtre devresi için I_L.

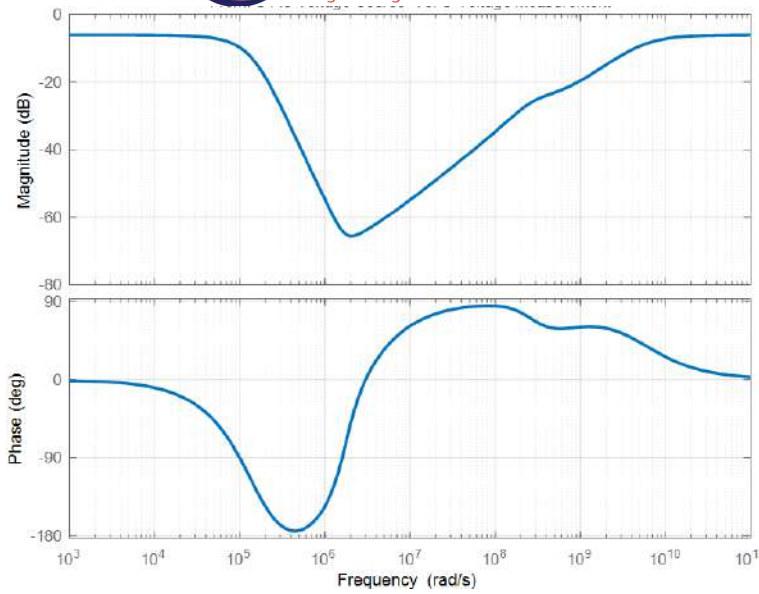
T ve π filtrelerin giriş ve çıkışındaki empedanslara göre araya girme kaybı grafiği Şekil 5'te verilmiştir. Üç elemanlı filtre yapısı gürültü zayıflatması açısından önceki filtre yapılarıyla karşılaştırıldığında daha başarılıdır. En iyi filtreleme tek ve iki elemanlı filtre topolojilerine benzer şekilde 100Ω-0.1Ω durumunda elde edilmektedir.

Şekil 6'da Schaffner firmasına ait FN 256 serisi üç faz-nötr hat filtresine ilişkin EMI filtre eşdeğer devresi verilmiştir.



Şekil 6. FN 256 güç hattı filtresinin eşdeğer devre modeli.

Filtrenin 50Ω-50Ω sisteminde sağladığı gürültü zayıflatması Şekil 7'de verilmiştir (Szabó ve diğerleri, 2007).



Şekil 7. FN 256 güç hattı filtresi için I_L eğrisi.

I_L grafiği verilen filtrenin en büyük zayıflatmayı 160 kHz civarında ve yaklaşık 60 dB olarak sağladığı görülmektedir. Bu da FN 256 EMI filtresinin π filtre yapısında olduğunu desteklemektedir. Grafikten de görüldüğü üzere Şekil 6'daki EMI filtre düşük frekanslarda iyi bir zayıflatma sağlarken frekans arttıkça gürültü zayıflama etkisi giderek azalmaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

EMI filtrelerde haberleşme sistemlerinden farklı olarak empedans uyumsuzluğu kullanılarak tasarım yapılmaktadır. Yük ve kaynak empedansları EMI filtrenin gürültü zayıflatma yeteneğini etkilediği için gerçek uygulamadaki filtre zayıflatması teorik hesaplamalardaki seviyede olmayacaktır. Filtrenin gerçeğe yakın sonuç vermesi için empedans uyumsuzluğu ve filtre elemanlarının parazitik etkilerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu çalışmada empedans uyumsuzluğu konusu farklı filtre topolojileri için incelenmiştir. Yapılan çalışmada, filtrenin giriş ve çıkış empedansının aynı ve farklı oldukları durumların benzetimleri yapılarak, en büyük gürültü zayıflatmasının filtrenin giriş ve çıkışındaki empedanslarla uyumsuz olduğu durumda gerçekleştiği gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Cuellar, C. ve Idir, N. (2014). EMI filter design methodology taking into account the static converter impedance. *2014 16th European Conference on Power Electronics and Applications, EPE-ECCE Europe 2014*, 1–10.
2. Luo, F., Boroyevich, D. ve Mattavelli, P. (2012). Improving EMI filter design with in circuit impedance mismatching. *Conference Proceedings - IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition - APEC*, 1652–1658.
3. Nicholson, J. R. ve Malack, J. A. (1973). RF Impedance of Power Lines and Line Impedance Stabilization Networks in Conducted Interference Measurements. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, *EMC-15*(2), 84–86.
4. Richard Lee Ozenbaugh, T. M. P. (2012). *EMI Filter Design* (1. bs., C. 3). CRC Press.
5. Szabó, Z., Sedláček, J. ve Hadinec, M. (2007). Optimization method of EMI power filters. *Progress in Electromagnetics Research Symposium* içinde (C. 2, ss. 455–458). Prague.
6. Tihanyi, L. (1995). *Electromagnetic Compatibility in Power Electronics*. (1. bs., C. 1). IEEE.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ŞEBEKE BAĞLANTILI T-TİPİ PV EVİRİCİ İÇİN EMI FİLTRE TASARIMI

EMI Filter Design for Grid-Tied T-Type PV Inverter

Halime Hızarcı[1] & Ümit Pekparlak[2] & Uğur Arifoğlu[3]

1 (Arş. Gör.); Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Sakarya-Türkiye, hhizarci@sakarya.edu.tr

2 (Doktora Öğrencisi); Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Sakarya-Türkiye, upekparlak@porte.com.tr

3 (Prof. Dr.); Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Sakarya-Türkiye, arifoglu@sakarya.edu.tr

Öz: Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik şebekesine bağlantısında büyük öneme sahip olan eviriciler, yüksek anahtarlama hızlarında elektromanyetik girişimlere (EMI) neden olmaktadır. İstenmeyen bu girişimler iletkenlik ve ışıma yoluyla etrafındaki diğer cihazları etkileyerek düzgün çalışmalarını engellemektedir. Elektronik ve elektrikli sistemlerin yayınladığı elektromanyetik girişimleri sınırlamak ve etrafındaki olası girişim kaynaklarına karşı da uyumlu olmasını sağlamak amacıyla ilgili yasal düzenleme ve standartlarda gürültü sınırları belirlenmiştir. Belirlenen elektromanyetik girişim sınırlarının sağlanması ve istenmeyen bu girişimlerin zayıflatılması için kullanılan yöntemlerden biri EMI filtre tasarımıdır. EMI filtre; güç elektroniği devrelerinde kritik öneme sahip olmakla birlikte devre tasarımının başından sonuna kadar her aşamasında göz önünde bulundurulması gereken bir konudur. Bu çalışmada üç faz şebeke bağlantılı T-tipi PV evirici tarafından üretilen ve iletkenlik yoluyla şebekeye iletilen elektromanyetik gürültü ölçümü yapılmış, gürültü zayıflatması için EMI filtre tasarımı gerçekleştirilmiştir. PV eviricinin şebekeye yayınladığı gürültü EN55011 standardına göre 150 kHz-30 MHz frekans aralığında ölçülmüştür. Elde edilen gürültü ölçüm sonuçları standart sınır değerleriyle karşılaştırılarak istenen gürültü zayıflatması hesaplanmış ve bu zayıflatmayı sağlayacak olan EMI filtre tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan EMI filtrenin standart sınır değerlerini sağladığı gerçek ölçüm sonuçlarıyla gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: PV evirici, elektromanyetik girişim, iletimle yayınım, EMI filtre tasarımı

Abstract: Inverters, which has great importance for integration of renewable energy sources to power grid, cause electromagnetic interference (EMI) at high switching rates. These unwanted interferences affect other devices around them through conduction and radiation and prevent them to function properly. In order to limit the electromagnetic interference of electronic and electrical systems and to ensure that they are compatible with the sources of interference around them,

noise limits have been set in the relevant legal regulations and standards. EMI filter design is one of the methods used to achieve determined electromagnetic interference limits and to weaken these unwanted interferences. The EMI filter is critical in power electronics circuits and it is an issue that must be considered at every stage of circuit design from beginning to end. In this study, electromagnetic noise measurement produced by three phase grid connected T-type PV inverter and transmitted to the grid via conductivity was made and EMI filter design was performed for noise attenuation. The noise that the PV inverter generates to the network is measured in frequency range 150 kHz-30 MHz according to EN55011 standard. The obtained noise measurement results were compared with the standard limit values and the desired noise attenuation was calculated and the EMI filter design was carried out to provide this attenuation. The actual measurement results show that the designed EMI filter provides standard limit values.

Keywords: PV inverter, electromagnetic interference, conducted emission, EMI filter design

GİRİŞ

Yarıiletken eleman teknolojisindeki gelişmelerle birlikte güç elektroniği devrelerinde anahtarlama hızları artmakta ve bu sayede yüksek güç yoğunluğuna sahip devre tasarımları gerçekleştirilebilmektedir. Yüksek hızlı anahtarlamanın devrelerde ortaya çıkardığı elektromanyetik girişim (EMI) problemi devre tasarımının her aşamasında göz önünde bulundurulması gereken önemli bir konudur. İstenmeyen bu girişimlerin önlenmesi için olası girişim yolları ve gürültü kaynakları belirlenerek henüz tasarım aşamasında EMI sorununun önüne geçilmesi gerekmektedir.

Yenilenebilir kaynaklarının şebeke entegrasyonunda, motor sürücüleri, elektrikli araç ve uzay uygulamaları gibi geniş kullanım alanlarına sahip olan evirici devrelerinde de EMI konusu ön plana çıkmaktadır. Endüstriyel bir ürün olarak tasarlanan eviricinin çalışması sırasında şebekeye ve etrafındaki diğer cihazlara iletken bağlantı yoluyla yayınladığı gürültü sınırlaması ilgili yasal direktiflerle belirlenmiştir. Belirlenen gürültü sınır değerlerini sağlayamayan bir cihaz elektromanyetik uyumluluk belgesi ve CE işareti alamayacağı için uluslararası ürün pazarında yer edinemeyecektir. Yasal zorunlulukla birlikte ön plana çıkan EMI problemi; cihazın düzgün çalışmasını engelleyerek sistem güvenilirliğinde sorunlarına neden olmaktadır. İstenmeyen bu girişimlerin önlenmesinde en çok tercih edilen yöntem EMI filtre tasarımıdır. Filtre tasarımlarında genellikle tasarımcının önceki tecrübelerinden yararlandığı ve deneme/yanılma yönteminin uygulandığı çözümler EMI testlerinin sürekli tekrarlanması ile sonuçlanmaktadır. Bu da zaman ve maliyet açısından düşünüldüğünde istenmeyen bir durumdur.

Evirici devrelerinde ortaya çıkan EMI sorunu hakkında literatürde pek çok çalışma yer almaktadır. Liu ve ark. tarafından yapılan çalışmada bir faz SiC MOSFET evirici devresi için EMI gürültü analizi yapılmış ve gürültü empedanslarının modellemesi gerçekleştirilerek EMI filtre tasarımı yapılmıştır (Liu Yitau, Shiqi Jiang, Huaizhi Wang, Guibin Wang, Jian Yin, 2019). Çalışmada önerilen EMI filtre tasarımının benzetim çalışması yapılarak deneysel yöntemle doğrulanmıştır. Yüksek güç yoğunluğuna sahip üç faz evirici devresinin iletkenlik yoluyla yayınım tahmini ve analizinin yapıldığı çalışmada ise evirici devre elemanlarının parazitik etkileri de incelenerek eşdeğer devre modeli çıkarılmıştır (Liu ve diğerleri, 2019). Yine başka bir çalışmada üç faz I-tipi evirici için EMI gürültü modeli çıkarılmış ve dengeleme yöntemi kullanılarak ortak mod gürültünün azaltıldığı gösterilmiştir. Evirici devresinde gürültünün azaltılmasına yönelik öneriler sunulmuş, benzetim ve deneysel çalışma sonuçları karşılaştırılmıştır (Zhang, Yang, Wang ve Puukko, 2017).

Üç faz T-tipi evirici devresi için ortak mod gürültü modelinin çıkarıldığı çalışmada gürültü kaynakları belirlenerek benzetim çalışması yapılmış fakat çalışma deneysel olarak desteklenmemiştir (Gulur, Iyer ve Bhattacharya, 2018). EMI gürültüye neden olan faz kayması etkisinin incelendiği bir çalışmada T-tipi üç faz iki eviricinin ideal olmayan paralel bağlantıları için çözüm önerilmiş ve faz kaymasının EMI gürültü üzerine etkisini azaltmak için filtre çalışmaları yapılmıştır (Shi, Zhang, Wang ve Li, 2019). Şebeke bağlantılı PV evirici için EN55022 A sınıfı standardına göre gürültü ölçümleri gerçekleştirilen çalışmada gerçek bir durum çalışması sunulmuş ve EMI filtre tasarımı yapılmıştır (Hamza ve Jain, 2010). Yapılan bir başka çalışmada EMI gürültü analizinde bir faz şebeke bağlantılı evirici için farklı EMI filtre modellerini denenerek iletkenlikle yayınım ölçümü yapılmıştır (Jiang ve diğerleri, 2019).

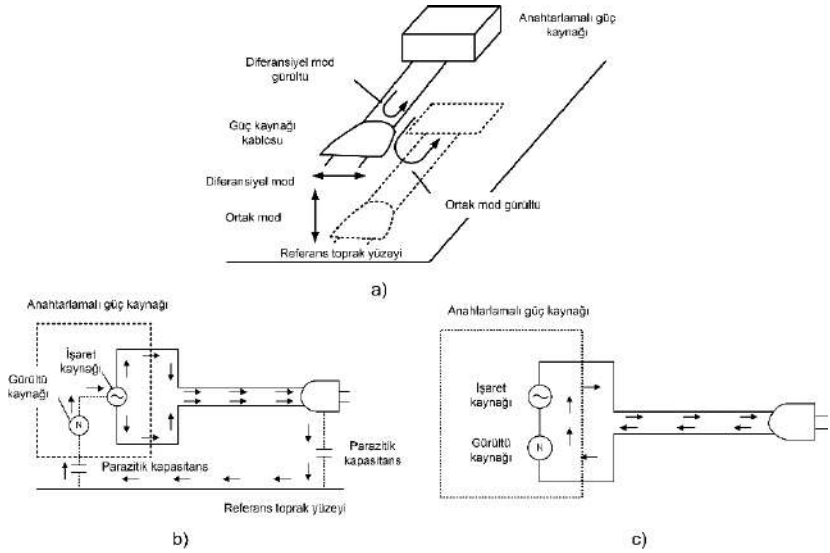
Bu çalışmada ise 25 kVA gücünde 15 kHz PWM frekansında üç faz şebeke bağlantılı PV evirici prototipi için EMI konusu incelenmiştir. EN55011 standardına göre test düzeneği kurulumu yapılarak eviricinin şebekeye iletkenlik yoluyla yayınladığı girişimler ölçülmüş ve ardından bu girişimlerin şebekeye geçişinin engellenmesi için filtre tasarımı yapılmıştır. Filtre tasarlanıp devreye alındıktan sonra ölçümler tekrarlanmış ve EMI filtrenin gürültü zayıflatmadaki başarısı deneysel olarak doğrulanmıştır.

MATERYAL & YÖNTEM

EMI Gürültü Modları

EMI filtre tasarımında gürültü modlarının belirlenerek modların baskın olduğu frekans aralığına göre filtre topolojisi ve filtre elemanları seçilir.

EMI gürültü hem güç hem de toprak hattı üzerinde ilerlemektedir. Gürültünün ölçümü ve analizinde kolaylık sağlanması için EMI gürültü diferansiyel mod (DM) ve ortak mod (CM) olarak ikiye ayrılmaktadır. Şekil 1'de anahtarlamalı güç kaynağının CM ve DM gürültü modlarına göre eşdeğer devreleri verilmiştir.

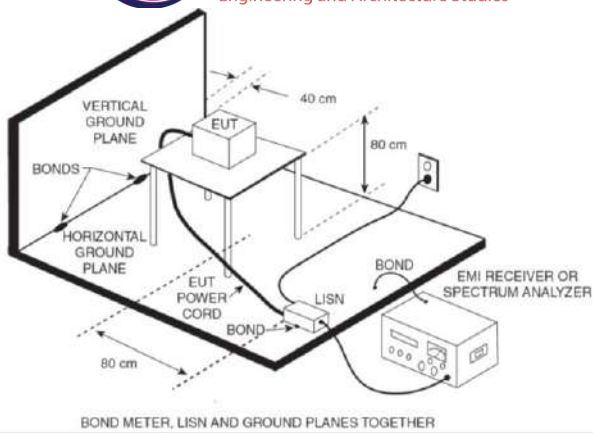


Şekil 1. a) Anahtarlamalı güç kaynağı devresi b) CM gürültü eşdeğeri c) DM gürültü eşdeğeri.

Şekil 1. b)'de görüldüğü gibi CM gürültü aynı yöndeki tüm hatlarda iletilirken Şekil 1. c)'de verilen DM gürültü ise birbirine zıt yönde iki güç hattında iletilmektedir. DM gürültü zıt yönde ilerlediğinden birbirini elimine edebilmektedir. CM gürültüde ise toprak bağlantısı ile teması olan her bir elemanın potansiyel girişim yolu olması, CM gürültünün güç elektroniği devrelerinde daha çok önem taşıdığını göstermektedir.

İletimle Yayınım Testi

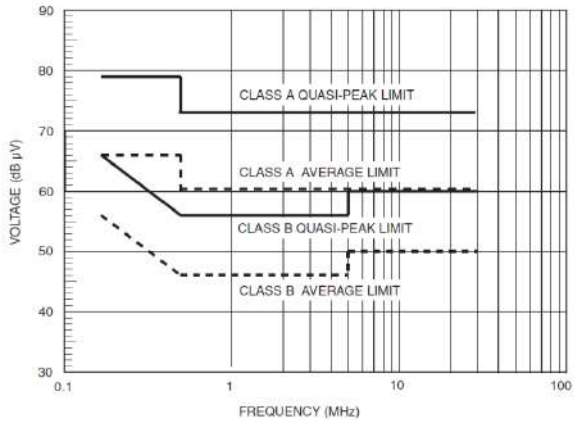
Bir cihazın elektromanyetik olarak uyumluluğunun belirlenmesi için gerekli olan testlerden ilki iletimle yayınım testidir. Bu testte; test edilecek cihazın elektromanyetik girişimlere neden olarak aynı ortamda bulunan diğer cihazları etkilemesini önlemek ve cihaz için belirlenen çalışma frekansı spektrumunun dışına çıkmasına engel olmak amacıyla ilgili ülkenin yasal direktiflerinde belirtilen test düzeneğine göre ölçümler gerçekleştirilir. Bu çalışmada iletim yoluyla elektromanyetik girişim ölçümlerinde Şekil 2'deki test düzeneği kurularak cihazın güç kabloları yoluyla şebekeye verdiği bozucu etkilerin ölçümleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. İletim yoluyla girişim (CE) test ortamı (CENELEC, 2016).

İletkenlik yoluyla girişim ölçümünde 30 MHz'e kadar olan frekanslar için testi yapılacak olan cihazın kablolarında ölçümler yapılmaktadır. Bu ölçümlerde LISN (Line Impedance Stabilization Network) devresi kullanılarak şebekeden test devresine gelebilecek olan gürültünün engellenmesinin yanı sıra test altındaki cihazın da ölçüm cihazlarına gürültü yayınlaması da önlenir. Yine LISN devresiyle ölçüm yapılan frekans aralığında şebeke ve cihaz arasında empedans uyumu sağlanarak gürültü yansıması engellenir. LISN cihazı üzerindeki bir bağlantı ucu ile EMI test alıcısı veya spektrum analizörüne bağlanarak ölçüm grafiği elde edilir. Yapılan bu çalışmada spektrum analizöründen alınan ölçümlerde yazılım tabanlı bir gürültü modu ayırma yöntemi (Chen ve Lai, 2010) kullanılmıştır.

Bu çalışmada ölçüm için belirlenen standart EN55011 olup FCC/CISPR'ın CE sınır değerleri Şekil 3'te verilmiştir. Burada A sınıfı (Class A) ticari ve endüstriyel kullanım için üretilen cihazları, B sınıfı (Class B) ise ticari ve endüstriyel kullanımların yanında evsel uygulamalarda kullanılacak olan cihazlar için belirlenen sınıflardır. Şekil 3'te B sınıfı cihazların sınır değerlerinin A sınıfına göre daha sıkı olduğu görülmektedir.



Şekil 3. FCC/CISPR CE yayınım sınır değerleri (CENELEC, 2016).

Test sonucunun okunmasında önemli bir nokta da spektrum analizöründeki ölçüm dedektörlerin bilinmesidir. Elektromanyetik uyumluluk (EMC) ölçümlerinde üç tip dedektör kullanılmaktadır. Bunlar tepe (peak), yarı-tepe (quasi-peak) ve ortalama (average) dedektörleridir.

PK- Peak (Tepe): PK dedektör; yarı-tepe ve ortalama dedektörlerle yapılan ölçümlere göre daha hızlı tarama yaptığı için pek çok ön uyumluluk (pre-compliance) testlerinde kullanılmakta ve spektrum analizörlerinde otomatik dedektör olarak bulunmaktadır. Eğer PK dedektör ile yapılan ölçüm sonucunda elde edilen gürültü; ilgili standardın sınır değerleri altında kalıyorsa diğer dedektörlerin de sınır değerleri altında kalacağı için daha fazla test ölçümüne gerek yoktur (Henry W. Ott, 2009).

QP- Quasi-peak (Yarı tepe): Pek çok standartta iletim (CE) ve yayınım emisyon (RE) sınır değerleri QP dedektörüne göre verilmektedir. QP dedektörünün aldığı ölçüm değerleri her zaman PK dedektöründen daha küçük ya da eşittir.

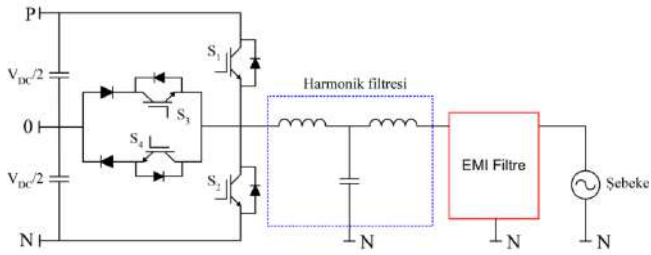
AV- Average (Ortalama): Ortalama dedektörü sadece CE testlerinde gereklidir ve ölçülen işaretin ortalama değerini almaktadır.

T-Tipi PV Evirici

Son yıllarda yenilenebilir enerjinin entegrasyonu, elektrikli araç sistemleri, motor sürücü uygulamaları gibi alanlarda; düşük anahtarlama frekanslarında da düşük THD'li güç akışı sağlayabilmesi, anahtarlama elemanları üzerindeki gerilim streslerinin az olması, düşük anahtarlama kayıpları, küçük filtre boyutları gerektirmesi gibi avantajlara sahip olmaları T-tipi nötr noktası kenetlemeli eviricileri, klasik eviricilere göre popüler hale getirmiştir (Güler ve Irmak, 2019). T-tipi topolojinin, artan

anahtarlama frekansıyla birlikte yüksek verim ve daha iyi AA çıkış gerilim dalga şekli üreten bir topoloji olduğu yapılan çalışmalarda görülmüştür (Komatsu ve diğerleri, 2010), (Jih-Sheng Lai ve Fang Zheng Peng, 1996). Yüksek anahtarlama frekansı; yüksek verim ve güç yoğunluğu sağlamasına rağmen istenmeyen elektromanyetik girişim sorunlarına da neden olmaktadır.

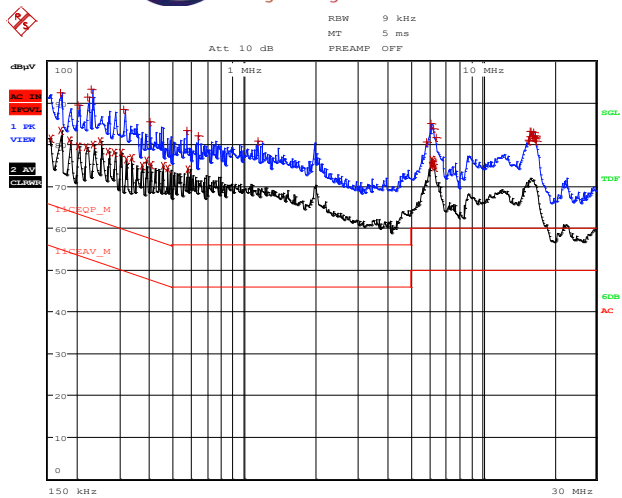
Şekil 4'te 1 faz devresi verilen PV evirici için 3 seviyeli T-tipi topolojinin EMI filtre tasarımı incelenmiştir. Yapılan çalışmada endüstriyel olarak piyasaya çıkarılacak evirici için yapılan testlerin yanında tasarlanacak EMI devresinin modellenmesi için çalışmalar da gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. PV evirici topolojisi 1 faz devre şeması.

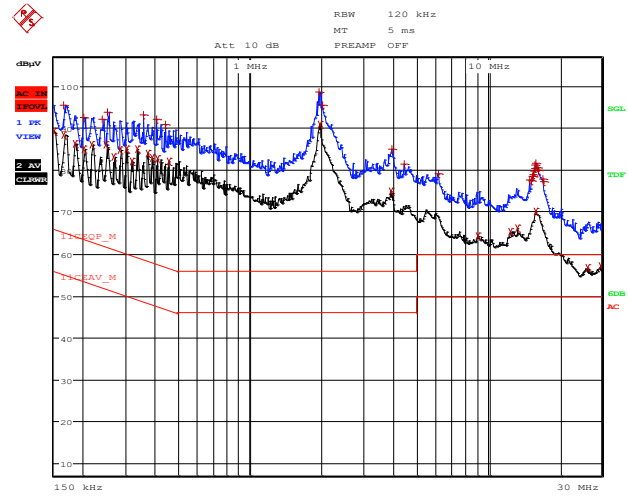
PV Evirici İçin EMI Filtre Tasarımı

Evirici devresinin standartta belirlenen 150kHz-30MHz frekans aralığında gürültü sınır değerlerini sağlayıp sağlamadığının kontrolü için Sakarya Üniversitesi EMC laboratuvarında gürültü ölçümü yapılmış ve Şekil 5'teki ölçüm sonucu elde edilmiştir. Bu sonuç PV eviricinin EMI filtre olmadığı durumda A fazının iletken bağlantısıyla etrafa yayınladığı iletilen girişimlerdir. Grafiğe bakıldığında 150 kHz-30 MHz ölçüm frekansı aralığında standart sınır değerlerinin yaklaşık 35 dBµV üzerinde gürültü meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 5. Filtresiz durumda EMI gürültü ölçüm sonucu-Faz A.

Şekil 5 incelendiğinde Faz A CE test sonucunda en yüksek gürültü seviyesinin 170 kHz'de ve belirlenen QP sınır değerinden 34.76 dB daha fazla olduğu görülmektedir. 6 MHz ve 16 MHz frekanslarında ise ani yükselmeler ölçülmüştür.



Şekil 6. Filtresiz durumda EMI gürültü ölçüm sonucu-Nötr.

Şekil 6'da verilen CE test sonucunda nötr iletkeninde ölçülen en yüksek gürültü seviyesinin 1.95 MHz'de ve belirlenen QP sınır değerinden 48.65 dB daha fazla olduğu görülmektedir. Her iki ölçüm sonucu incelendiğinde EMI gürültünün zayıflatılması için 6 dB güvenlik sınırının da eklenmesiyle

yaklaşık 54 dB zayıflatma etkisi gösteren bir filtre tasarımının gerekli olduğu görülmektedir.

BULGULAR

Gürültü modlarının ayrılmasından sonra filtre köşe frekansı yöntemi (Shih, Chen, Wu ve Chen, 1996) kullanılarak filtre elemanlarının değeri hesaplanmıştır. Filtre köşe frekansı belirlenirken gerekli gürültü zayıflatmasına teğet olacak şekilde bir elemanlı filtre için 20 dB çizgisi çizilerek CM ve DM filtrenin eleman değerleri bulunur. Filtre elemanlarının frekansa bağımlı karakteristiklerinden dolayı ideal ve gerçek filtre tasarımları arasında farklılıklar vardır (Chen ve Lai, 2010). Uygun olmayan filtre tasarımı filtrenin girişim zayıflatıcı etkisini azaltır ve EMI sınırlarını sağlamada filtreyi başarısız kılar. Filtre tasarımında sadece filtrenin istenmeyen gürültüleri bastırma yeteneği dikkate alınmaz, aynı zamanda filtre elemanlarının hacmi ve maliyeti de tasarım için önemli olan kriterler arasında yer alır. EMI filtre tasarımında kullanılan devre elemanları; CM bukağı, DM bobini ile X ve Y kapasitörleridir. Pasif filtre tasarımlarında bu elemanlardan oluşan farklı filtre topolojileri kullanılarak EMI gürültünün zayıflatılması sağlanır.

CM bukağı (choke): CM gürültünün filtrelenmesinde ferrit nüve üzerine aynı yönde sarılan CM bobinleri kullanılır. Şekil 7. a)'da gösterilen tek bir nüve üzerine sarılmış bobinlerden oluşan yapısı ile CM akımına karşı ayrı CM bobinlerinin kullanımına göre daha büyük empedans değeri elde edilebilmektedir.







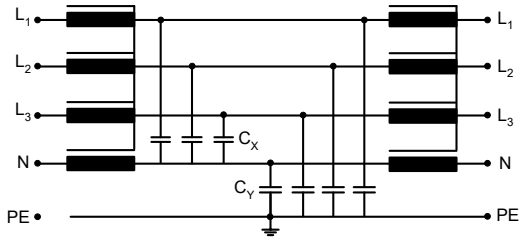
Şekil 7. a) CM bukağı b) X kapasitörü c) Y kapasitörü.

X ve Y kapasitörleri: Filtre devrelerinde kullanılan bu kapasitörler bağlantı yerine göre X (Şekil 7. b)) ve Y kapasitörleri (Şekil 7. c)) olarak isimlendirilmektedir. Y kapasitörleri düşük kapasitansa sahip olup ortak mod gürültünün filtrelenmesinde faz ve toprak arasına bağlanmaktadır. Y kapasitörlerinin seçiminde kaçak akım güvenlik sınırlarının gözetilmesi önemlidir. DM gürültünün zayıflatılmasında kullanılan X kapasitörü ise faz iletkenleri arasına bağlanmaktadır ve Y kapasitörüne nispeten daha büyük kapasitansa sahiptir.

Filtre elemanlarının belirlenmesinde köşe frekansı yöntemi kullanılarak CM gürültü için $f_{c.CM} = 92.766\,kHz$ bulunmuştur. C_Y kapasitörünün değeri kaçak akım sınırını da düşünülerek 4.7 nF seçilmiş ve buna göre CM endüktans değeri Denklem 1 ile hesaplanmıştır.

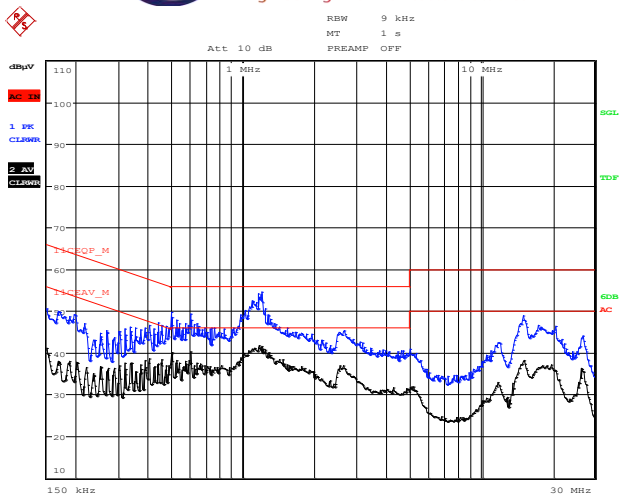
$$L_{CM} = \frac{1}{(2\pi \times 92.766 \times 10^3)^2 \times 4.7 \times 10^{-9}} = 626.27\mu H \quad (1)$$

Elde edilen endüktans değerine göre bobin sarımı yapılmış ve son değer olarak L_{CM}=640 µH elde edilmiştir. DM gürültü için gerekli zayıflatma yaklaşık 12 dB olduğundan köşe frekansı hesabı yapılmaksızın kapasitörün frekans grafiğinden yararlanarak C_X=680 nF değeri seçilmiştir. Şekil 8'de devre şeması verilen EMI filtre, düşük frekanslarda yüksek gürültü zayıflatması sağlamaktadır. Ayrıca filtre seçerken filtre giriş ve çıkış empedansına da dikkat edilmesi gerektiğinden evirici devresinin çıkışında bulunan LCL harmonik filtresinden dolayı düşük giriş empedansı ve filtre çıkışında şebeke olduğu için düşük çıkış empedansı sağlayan T topoloji seçilmiştir.



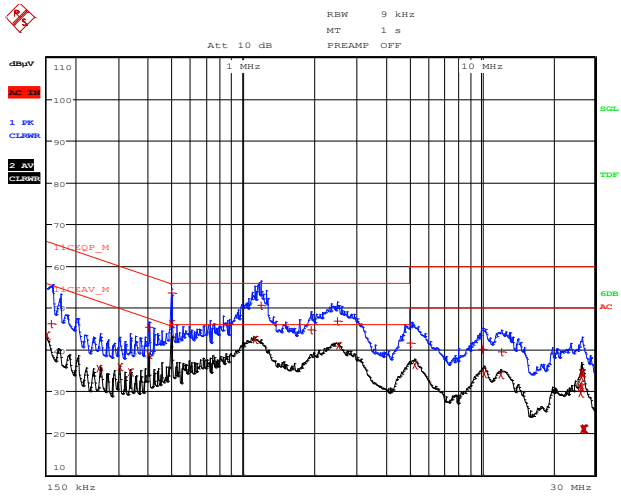
Şekil 8. PV evirici için kullanılan T tipi EMI filtre topolojisi.

Sonuç olarak Şekil 8'de verilen filtre topolojisi için C_X kapasitörleri 680 nF, C_Y kapasitörleri 4.7 nF ve CM bukağı ise 640 µH olarak seçilmiştir. Kapasitörlerin seçiminde düşük ESR (eşdeğer seri direnç) ve ESL'ye (eşdeğer seri endüktans) sahip olması göz önünde bulundurulmuştur. Şekil 9'da A fazının, Şekil 10'da ise nötr iletkeninin gürültü ölçüm sonuçlarına bakıldığında kırmızı ile belirtilen standart sınır değerlerinin sağlandığı görülmüştür.



Şekil 9. EMI filtre eklendiği durumda faz A gürültü ölçüm sonucu.

Şekil 10'daki nötr iletkeni için ölçüm incelendiğinde 1.2 MHz civarında PK dedektörünün sınır değerini geçtiği görülmektedir. Ancak EMI standartlarında QP değeri üzerinden sınır değerlerinin belirlemesi yapıldığından belirtilen frekansta gürültü değerinin 51 dBµV olduğu ve sınır değeri olan 56 dBµV'nin altında kaldığı görülmektedir.



Şekil 10. EMI filtre eklendiği durumda nötr gürültü ölçüm sonucu.

Üç fazlı dört telli evirici devresinde hem faz hem de nötr üzerinde gerçekleştirilen ölçümlerde tasarlanan EMI filtrenin standart sınır değerlerini sağladığı ve CE testinden başarı ile geçtiği görülmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada PV evirici devresi için EN55011 Class B standardına göre EMI filtre tasarımı yapılmıştır. Eviricinin iletkenlik yoluyla şebekeye yayınladığı elektromanyetik girişim ölçülmüş ve elde edilen gürültü frekans spektrumunda çizdirilmiştir. Eviricinin ilgili standartta verilen frekans aralığının tamamında EMI sınır değerlerinin üzerinde bir gürültüye neden olduğu görülmüştür. Gürültü ölçümlerinin sonucunda filtre tasarımı için hesaplamalar yapılmış ve üç elemanlı topolojiye ihtiyaç olduğu görülmüştür. Filtre eleman sayısı belirlendikten sonra filtre devresinin giriş ve çıkış empedansları da göz önünde bulundurularak T tipi filtre yapısı seçilmiştir. Filtre eleman değerlerinin de hesabının yapılmasıyla filtrenin devre tasarımı tamamlanmıştır. Filtrenin devreye alındıktan sonraki gürültü ölçümlerine bakıldığında tasarlanan filtrenin istenilen gürültü zayıflatmasını sağladığı görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. CENELEC. (2016). *EN 55011 Industrial, scientific and medical equipment– Radio-frequency disturbance characteristics Limits and methods of measurement*.
2. Chen, P. S. ve Lai, Y. S. (2010). Effective EMI filter design method for three-phase inverter based upon software noise separation. *IEEE Transactions on Power Electronics*, *25*(11), 2797–2806.
3. Güler, N. ve Irmak, E. (2019). Nötr Kenetlemeli Eviriciler için Çok Giriş – Çok Çıkışlı DA-DA Çevirici Tasarımı ve Kontrolü. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, *7*(1), 49–62.
4. Gulur, S., Iyer, V. M. ve Bhattacharya, S. (2018). Improved Common Mode Noise Models for Three Level T-Type Neutral Point Clamped Converters. *2018 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition, ECCE 2018*, 6398–6403.
5. Hamza, D. ve Jain, P. (2010). Conducted EMI in grid-tied PV system. *INTELEC, International Telecommunications Energy Conference (Proceedings)*, 1–7.
6. Jiang, S., Liu, Y., Mei, Z., Pan, X., Peng, J. ve Lai, C.-M. (2019). A Magnetic Integrated LCL-EMI Filter for a Single-Phase SiC-MOSFET Grid-Connected Inverter. *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, *PP*(c), 1–1.
7. Jih-Sheng Lai ve Fang Zheng Peng. (1996). Multilevel converters-a

new breed of power converters. *IEEE Transactions on Industry Applications*, *32*(3), 509–517.

8. Komatsu, K., Yatsu, M., Miyashita, S., Okita, S., Nakazawa, H., Igarashi, S., Fujihira, T. (2010). New IGBT modules for advanced neutral-point-clamped 3-level power converters. *2010 International Power Electronics Conference - ECCE Asia -*, *IPEC 2010*, 523–527.
9. Liu, Y., See, K. Y., Yin, S., Simanjorang, R., Gupta, A. K. ve Lai, J. S. (2019). Equivalent circuit model of high power density SiC converter for common-mode conducted emission prediction and analysis. *IEEE Electromagnetic Compatibility Magazine*, *8*(1), 67–74.
10. Liu Yitau, Shiqi Jiang, Huaizhi Wang, Guibin Wang, Jian Yin, J. P. (2019). EMI Filter Design of Single-Phase SiC MOSFET Inverter with Extracted Noise Source Impedance. *IEEE Electromagnetic Compatibility Magazine*, *8*, 45–53
11. Shi, Y., Zhang, Y., Wang, L. ve Li, H. (2019). Reduction of EMI Noise Due to Nonideal Interleaving in a 100 kW SiC PV Converter. *IEEE Transactions on Power Electronics*, *34*(1), 13–19.
12. Shih, F. Y., Chen, D. Y., Wu, Y. P. ve Chen, Y. T. (1996). A procedure for designing EMI filters for AC line applications. *IEEE Transactions on Power Electronics*, *11*(1), 170–181.
13. Zhang, H., Yang, L., Wang, S. ve Puukko, J. (2017). Common-Mode EMI Noise Modeling and Reduction with Balance Technique for Three-Level Neutral Point Clamped Topology. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, *64*(9), 7563–7573.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

KONUTSAL UYGULAMALAR İÇİN ÇİFT BESLEMELİ ASENKRON GENERATÖRE SAHİP RÜZGAR TÜRBİNİNİN GERÇEK ZAMANLI OLARAK TASARIMI

Real-Time Design of a Wind Turbine with DFIG for Residential Applications

Alper Yılmaz[1] & Gökay Bayrak[2]

1 (Arş. Gör.); Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik Tesisleri Anabilim Dalı, Bursa-Türkiye, alper.yilmaz@btu.edu.tr
2 (Dr. Öğr. Üyesi); Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik Tesisleri Anabilim Dalı, Bursa-Türkiye, gokay.bayrak@btu.edu.tr

Öz: Giriş ve Amaç: Günümüzde rüzgar türbinleri dağıtık üretim santralleri içerisinde hızla yaygınlaşmaktadır. Büyük güçlü rüzgar enerjisi üretim santrallerinin yanı sıra, konutsal uygulamalar için kullanılan alçak gerilim hattına bağlı küçük güçlü rüzgar türbinleri de özellikle evsel uygulamalarda kullanılmaya başlamıştır. Bu çalışmada çift beslemeli asenkron generatöre sahip bir rüzgar türbini kullanılarak, konutsal uygulamalar için bir mikro şebeke yapısı tasarlanmıştır. Materyal ve Yöntem: Çalışmada rüzgar türbininin alçak gerilim hattı üzerinden şebekeye olan bağlantısında dikkat edilmesi gereken hususlar incelenerek, konutsal uygulamalar için sistemin tasarımı Matlab/Simulink ile geliştirilerek, sistemin simülasyon çalışmaları yapılmıştır. Geliştirilen küçük güçlü rüzgar türbini sisteminde kullanılacak parametrelerinin değerleri simülasyon çalışmasında belirlenmiştir. Daha sonra, çift beslemeli asenkron generatör gerçek zamanlı olarak LabVIEW yazılımı ile geliştirilen bir yazılım ara yüzü ile kontrol edilmiş ve mikro şebekeye ait çeşitli elektriksel parametreler izlenmiştir. Çift beslemeli asenkron generatörün gerçek zamanlı olarak kontrol edilmesi için FPGA tabanlı bir veri toplama ve kontrol cihazı kullanılmıştır. Bu sayede yüksek anahtarlama hızları ile generatörün kontrolü mümkün hale gelmiş ve çıkış yüküne daha kararlı bir gerilim uygulanması sağlanmıştır. Çalışmada ayrıca farklı yük çeşitleri ve değerleri için geliştirilen konutsal rüzgar enerjisinden elektrik üretimi sisteminin performansı da incelenmiştir. Sonuç: Farklı rüzgar koşullarında yapılan testlerde, uygulanan kontrol yöntemiyle şebeke frekansında gerekli güç limitlerinin ve optimizasyonunun sağlandığı görülmüştür. Gerçekleştirilen konutsal uygulamalar için tasarlanan kontrol ve izleme sisteminin, araştırmacılara yapacakları şebeke bağlantılı uygulamalarda doğru elektriksel ve mekanik seçimleri yapmalarına katkı sağlayacağı açıktır.

Anahtar Kelimeler: Çift Beslemeli Asenkron Generatör, Güç Optimizasyonu, Mikro Şebekeler, Şebeke Entegrasyonu

Abstract: Background & Aim: Today, wind turbines are rapidly becoming widespread in distributed generation plants. In addition to large power wind power plants, small power wind turbines connected to the low voltage line used for residential applications have also started to be used, especially in domestic applications. In this study, a wind turbine with a double fed induction generator and a microgrid structure were designed for residential applications. Material and Method: In the study, the issues to be considered in the connection of the wind turbine to the grid via low voltage lines were examined, and the design of the system for residential applications was developed with Matlab/Simulink and the simulation studies of the system were carried out. The values of the parameters to be used in the small power wind turbine system developed and determined in the simulation study. Then, doubly fed induction generator was controlled in real-time by a software interface developed with LabVIEW software, and various electrical parameters of the microgrid were monitored. An FPGA-based data acquisition and control device was used to control the doublu fed induction generator in real-time. This makes it possible to control the generator with high switching speeds, and a more stable voltage is applied to the output load. In the study, the performance of the system of electricity generation from residential wind energy developed for different load types and values is also examined. Results: In the tests carried out under different wind conditions, it is seen that the required power limits and optimization of the grid frequency are provided by the control method applied. Conclusion: It is clear that the control and monitoring system designed for residential applications will contribute to the researchers to make the right electrical and mechanical choices in their microgrid applications.

Keywords: Double Fed Induction Generator, Power Optimization, Microgrids, Grid Integration

GİRİŞ

Son yıllarda, elektrik enerjisinin büyük enerji santrallerinde üretilip uzun iletim hatlarıyla dağıtım ağına iletilmesi yerine, elektrik enerjisinin üretildiği yerde tüketilmesine dayanan dağıtık üretim kaynaklarına doğru yöneldiği görülmektedir [1]. Bu artışın temel sebepleri olarak tüketicilere daha güvenilir ve sürekli enerji sağlanmasının gerekliliği (hassas yüklerin çoğalması), çevre duyarlılığı, hükümet politikaları, iklim koşulları ve gelişen güç elektroniği teknolojisinin beraberinde getirdiği maliyetin düşmesi örnek gösterilebilir.

Günümüzde yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki rüzgar enerjisi, elektrik üretiminde kullanım payı bakımından büyük önem taşımaktadır. Rüzgar türbini (RT) tabanlı dağıtık üretim sistemleri, şebeke ile entegrasyon konusunda uluslararası standartlarda (IEEE 1547 std. [2]) belirtilen bağlantı gereksinimlerini karşılamalıdır. Bu, şebekenin yüksek

güç kalitesini ve güvenilirliğini sağlaması için önemlidir. Dahası, IEEE 929-2000 standardında [3], dağıtılmış enerji kaynaklarının ada modu algılama koşulları ve frekans ve gerilim için çalışma sınır değerleri belirlenmiştir.

Dağıtık üretim kaynaklarının dağıtım şebekelerine entegrasyonu konusu, özellikle zayıf şebeke altyapısı durumunda büyük önem taşımaktadır [4]. RT generatörlerinin Güç sistemine entegrasyon için IEC 61400-27 standartlarına göre üzerine yapılan literatür inceleme çalışması [5], ağ operatörleri, yazılım geliştiricileri ve araştırmacılar konu hakkında elde edilen sonuçları vermiştir. Çift beslemeli asenkron generatör (ÇBAG) tipli RT'lerin şebeke ile entegrasyonunun ele alındığı bir çalışmada [6], beş ülkeye ait (Avustralya, Almanya, İngiltere, ABD, Danimarka) şebeke kodu gereklilikleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

RT' lerde şebeke bağlantı kriterlerinin sağlanması ancak güvenilir ve doğru bir kontrol metodu ile gerçekleştirilebilir. Kontrol metodu düşük performans verimini arttırırken düşük bakım maliyetlerini de beraberinde getirilmelidir. Ayrıca önerilen yöntem sürekli ve güvenilir çalışmayı sağlamalı, güç akışını optimize etmeli ve sistemin uzun ömürlü olmasına katkı sağlamalıdır [7,8]. Türbin dönme hızı ve generatör rotor hızı kontrol edilmesi gereken temel iki parametredir. Kullanılan bu parametrelerle değişken hızlı RT' lerde güç sınırlaması ve optimizasyonu yapmak mümkündür.

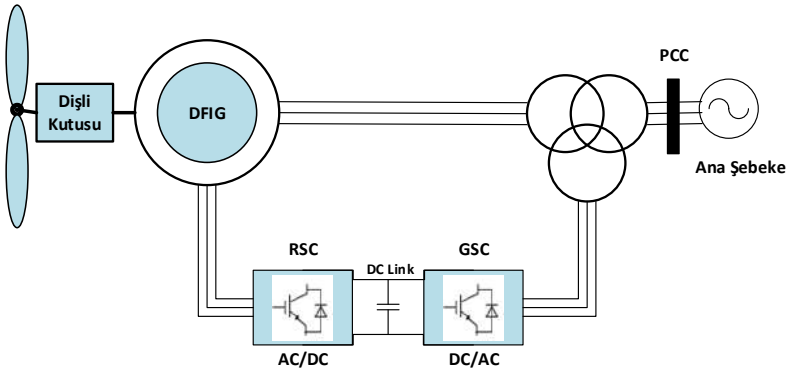
Değişken hızlı rüzgar türbinleri, sabit hızlı rüzgar türbinlerinin aksine, rüzgar hızına bağlı olarak rotor hızını kontrol edebilen rüzgar türbinleridir. Değişken rüzgar hızlarında, kanat hız oranı, en yüksek verimin sürekli elde edildiği bir seviyede tutulur. Sabit hızlı rüzgar türbinleriyle karşılaştırıldığında, artan güç kalitesi ve enerji üretimi mekanik zorlukları azaltır.

ÇBAG'ler, RT endüstrisinde en yaygın kullanılan generatör türüdür. Bu tip generatörler popülerliğini mekanik yapısının basitliğine, yüksek dayanıklılığına, düşük maliyetine ve geniş dinamik hız kontrolüne borçludur. ÇBAG tipi RT'nin bir başka avantajı, mekanik bileşenin bir dönüştürücüden dolayı belirli bir oranda şebekeden izole edilmiş olmasıdır. Bunun bir sonucu olarak, rüzgar hızındaki değişikliklerin şebeke üzerindeki etkisi azalır ve türbindeki titreşimler sınırlandırılır. Bu çalışmada, belirtilen avantajları nedeniyle LabVIEW ile ÇBAG tipi bir RT modeli tasarlanmış ve önerilen kontrol yöntemi ile güç optimizasyonu ve sınırlaması gerçekleştirilmiştir.

ÇBAG TİPLİ RT SİSTEMLERİ

RT sistemleri sabit hızlı ve değişken hızlı olmak üzere iki ana grup altında incelenir [9]. RT teknolojisinin ilk zamanlarında kullanılan sabit hızlı RT'ler basit, güvenilir ve ucuz maliyetli olması nedeniyle tercih edilmekteydi. Ancak reaktif güç desteği verme yeteneğinin olmaması, oluşturduğu güç kalitesi problemleri ve yüksek orandaki mekanik zorlanmalar nedeniyle günümüzde kullanılmamaktadır.

Sabit hızlı rüzgar türbinlerinden farklı olarak değişken hızlı rüzgar türbinlerinde rüzgar hızına bağlı olarak rotor hızı kontrol edilebilir. Bu şekilde optimum güç noktasında RT'ler sürülebilir. Değişken hızlı sistemlerde en çok kullanılan generatör olması nedeniyle bu çalışmada ÇBAG kullanılmıştır. Şekil 1'de bu tür türbin sistemlerini oluşturan parçalar gösterilmiştir. Sistem, bir rotor/şaft modeli, bir generatör modeli, bir rotor tarafı dönüştürücü, bir şebeke tarafı dönüştürücü ve bir kanat açısı kontrol modelinden oluşmaktadır.



Şekil 1. ÇBAG tipli RT Modeli [11]

ÇBAG tipi generatörün statoru doğrudan şebekeye bağlı iken rotor halkaları ise kaskad dönüştürücü (back-to-back) üzerinden ana şebekeye bağlıdır. Kaskad dönüştürücünün rotor tarafında olanı dönüştürücüler arasındaki DA gerilimini kontrol ederken; şebeke tarafındaki dönüştürücü ise reaktif ve aktif güç çıkışını kontrol eder. Kaskad dönüştürücü üzerinden şebekeye bağlanan bu sistemde çok yüksek veya çok düşük rüzgar hızlarında dahi şebeke kriterlerine uygun olarak çalışmak mümkündür.

ÇBAG tipli RT sistemlerinde, rüzgar hızı ile dönme hızı arasındaki oran hız oranı (γ) olarak tanımlanabilir. Türbin kantlarının hızı (f), rüzgar hızı (ϑ) ve bıçak uzunluğu (l) olmak üzere bu oran denklem (1)'deki gibi bulunabilir:

$$\gamma = \frac{2\pi f l}{\vartheta} \quad (1)$$

Rüzgar hızına bağlı olarak hız oranından yararlanıp ÇBAG tipli RT mekanik güç çıkışı, denklem (2)' deki gibi ifade edilebilir [10].

$$P_{mek} = \frac{1}{2} C_p(\gamma, \theta) \rho \pi l^2 \vartheta^3 \quad (2)$$

Bu denklemde ρ hava yoğunluğu, θ rüzgar yönü ile türbin kanatları arasındaki açı değeri ve C_p de hız oranı ile θ değerinin bir fonksiyonudur. C_p aynı zamanda güç katsayısı olarak da isimlendirilebilir. Sistemde θ değerinin artması, kanada etki eden rüzgar bölgesini azaltacak ve bu şekilde bir kontrol sağlanabilecektir. Bunun nedeni θ değerindeki artışın güç kaç katsayısını küçültmesidir.

ÇBAG TİPLİ RT SİSTEM TASARIMI VE KONTROLÜ

Geleneksel elektrik üretim sistemlerinden farklı olarak rüzgar enerjisi sisteminin bazı özellikleri, kontrol tasarımını zorlaştırmaktadır. Rüzgar enerjisini daha verimli kullanmak ve diğer enerji biçimleriyle ekonomik açıdan daha rekabetçi hale getirmek için RT sisteminin maksimum gücün sağlandığı en verimli noktada çalıştırılması gerekir. Rüzgar hızının değiştiği durumlarda, hız oranını (γ) en uygun değerde tutmak için sistem dönme hızı aynı şekilde değişmelidir. Generatör rotor hızı, üretilen elektriğin frekansıyla doğrudan orantılıdır. Bununla birlikte, güç sistemi sadece belirli frekans ağırlığında sürekli ve güvenilir bir şekilde çalışabilir. Bu nedenle değişken hızlı, sabit frekans gereksinimi rüzgar türbini kontrolörünün tasarımı için en büyük zorluktur.

ÇBAG tipli RT sistemleri belirli bir rüzgar hızı aralığında çalışır. Bu aralık senkron hızın %40'ın altındaki ve %30'un üstündeki rüzgar hızlarını kapsar. Kontrol yönteminden rüzgar hızına göre iki farklı işlem yapılması istenir. Rüzgar hızının normalden düşük olduğu durumlarda (bu çalışmada 15 m/s) en verimli çalışma noktasında çalışarak sabit frekansta yüksek güç çekilmesi gerekir. Rüzgar hızı nominal şartların üstüne çıktığında ise üretilen gücün sınırlandırılması gerekir. Aşırı güç üretimi başta tribün sistemi olmak üzere tüm güç sistemi için tehdit oluşturur. ÇBAG tipli RT sistemlerindeki kaskad dönüştürücü yapısı, rotor geriliminin genliğini ve frekansını ayarlar. Rotor geriliminin kontrolü, bu sistemin sabit frekanslı elektrik üretmeye devam ederken değişken hızda çalışmasına imkan sağlar.

Geliştirilen kontrol sistemi iki ana kontrolcüden oluşmaktadır. Ana kontrolcüden ilki sistemin dönüş hızını ayarlayarak optimal hız oranında çalışmayı amaçlamaktadır. Hız ayarı referans olarak generatörde üretilen güç bilgisine göre yapılır. Rüzgar hızının nominal hızın üzerine çıktığı

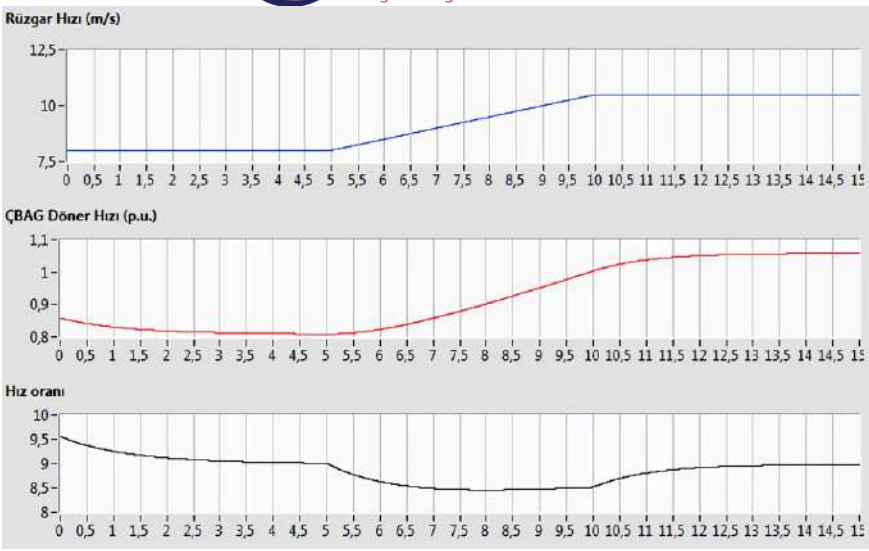
durumlarda ana kontrolcü rüzgar enerjisini sınırlandırmak için kanat açısını ayarlar.

İkinci kontrolcü ise aktif gücün kontrolünü sağlar. Vektör kontrol stratejisine dayanan bu yöntemde üç fazlı gerilim ve akım bilgileri Clark-Park dönüşümlerine tabi tutularak lineer iki bileşene indirgenir. Bu şekilde güç ve akım arasındaki ilişki de lineerleştirilir ve kolay bir şekilde kontrol sağlanabilir. İki eksene indirgeme işleminden sonra kontrolcü tarafından bu referans düzlemde oransal-integral kontrol işlemi uygulanır. Son aşamada ters Park dönüşümü kullanılır ve asıl eksene geri dönülür.

BULGULAR

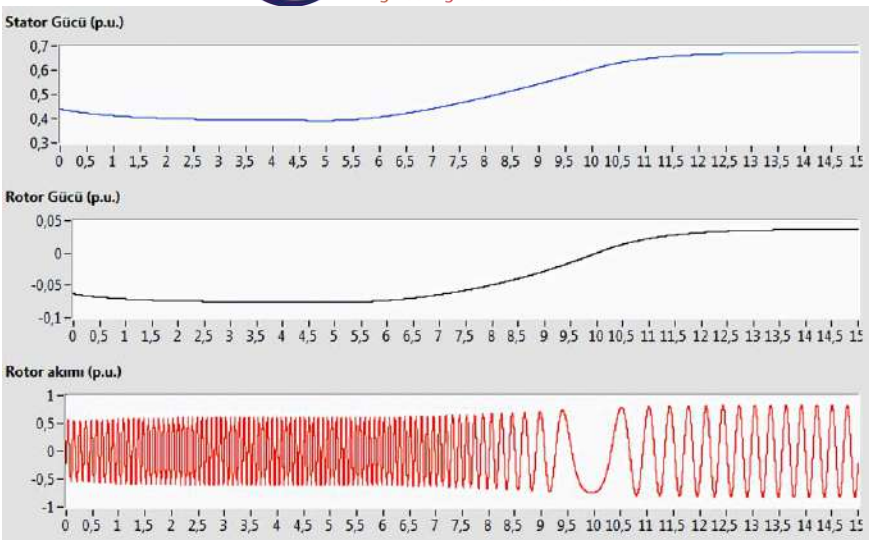
Çalışmanın bu kısmında farklı rüzgar hızlarında tasarlanan sistemin testi gerçekleştirilmiştir. Kontrolcü tarafından gerçekleştirilen güç optimizasyonu ve sınırlandırılması işlemleri iki farklı senaryo için test edilmiştir. LabVIEW ortamında oluşturulan ara yüz üzerinden rüzgar hızı, rotor hızı, C_p güç katsayısı, γ hız oranı, stator ve rotor tarafından şebekeye aktarılan güç, rotor ve stator akımları ile kanat açısı değerlerine ulaşmak mümkündür.

Senaryo 1: Rüzgar hızının 5. saniyeden sonra 8 m/s'den 0.5'lik bir eğimle 11 m/s hıza çıktığı 15 saniyelik senaryo sonucunda generatör döner hızı ve uygulanan kontrol ile sağlanan hız oranı (γ) Şekil 2'de verilmiştir. Gerilim ve akım bilgileri normalize edilerek birim değerlere dönüştürülmüştür. ÇBAG döner hızı Şekil 2'den de görüldüğü gibi, kontrolcü ile güvenilir ve hızlı bir reaksiyon gösterilerek değiştirilmiş ve hız oranının optimum değerde kalması sağlanmıştır.



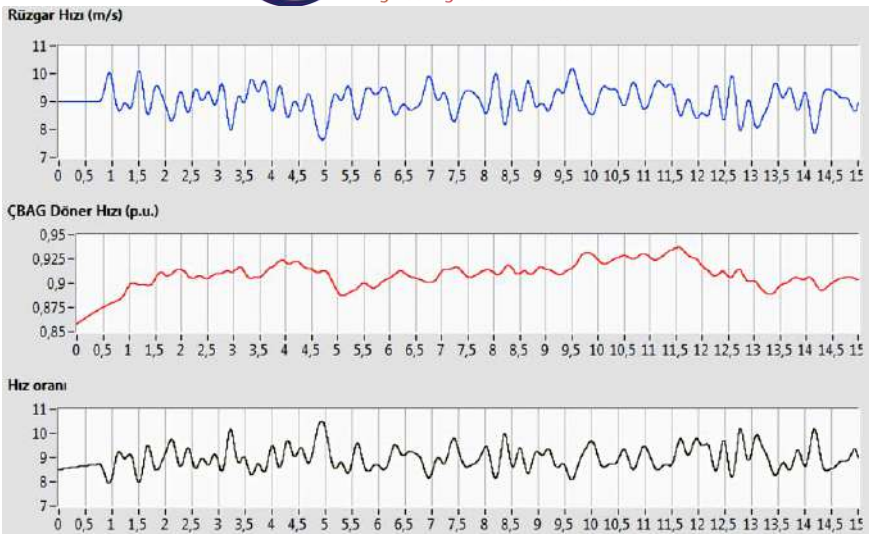
Şekil 2. ÇBAG tipli RT' nin döner hızı ve sistem hız oranı değişimi

Şekil 3'te ise ÇBAG'a ait stator ve rotor tarafından üretilen veya harcanan güçler ile A fazına ait rotor akımını göstermektedir. Bu şekil üzerinden kontrol yöntemi ile değiştirilen generatör döner hızına bağlı olarak rotor akımındaki frekans değişimi de görülmektedir. Ayrıca A fazına ait rotor akım grafiği, generatör hızının, kanat hızındaki sapma ile orantılı olduğunu göstermektedir. Grafikten yaklaşık 10. saniyede rotor akım frekansının, generatörün nominal hızına ulaşması nedeniyle ortadan kalktığı anı yakalamak mümkündür.



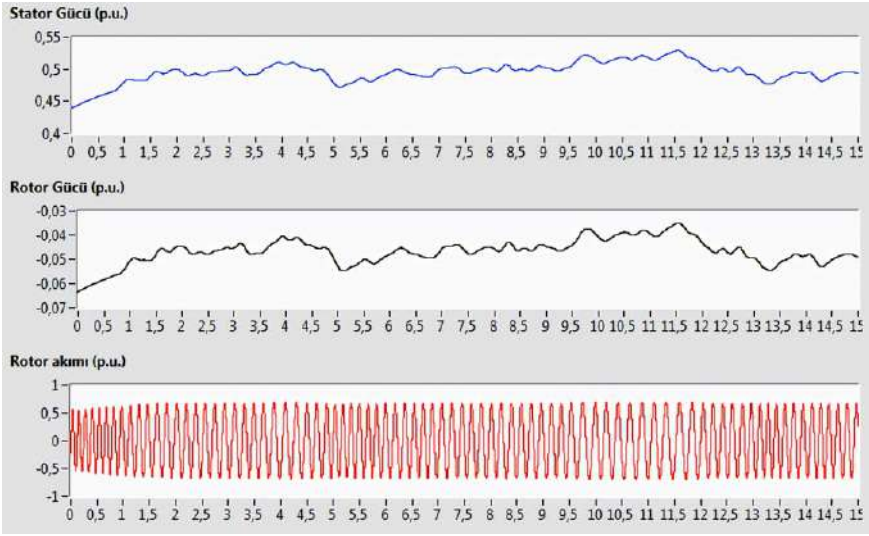
Şekil 3. ÇBAG tipli RT'nin izlenen elektriksel parametreleri

Senaryo 2: Rüzgar hızının sürekli değiştiği 15 saniyelik senaryo sonucunda generatör döner hızı ve uygulanan kontrol ile sağlanan hız oranı (γ) Figür 4'te verilmiştir. ÇBAG döner hızı Şekil 4'te de görüldüğü gibi, değişken rüzgar hızında dahi kontrolcü ile güvenilir ve hızlı bir reaksiyon gösterilerek değiştirilmiş ve hız oranının optimum değerde kalması sağlanmıştır.



Şekil 4. ÇBAG tipli RT'nin değişken rüzgar hızındaki değişimi

Şekil 5'te ise değişken rüzgar hızında ÇBAG'ye ait stator ve rotor tarafından üretilen veya harcanan güçler ile A fazına ait rotor akımını gösterilmektedir. Kontrol yönteminin güvenilir ve hızlı bir şekilde çalıştığı monitör ekranındaki elektriksel parametrelerden anlaşılmaktadır.



Şekil5. ÇBAG tipli RT'nin izlenen elektriksel parametreleri (Senaryo 2)

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada çift beslemeli asenkron generatöre sahip bir rüzgar türbini kullanılarak, konutsal uygulamalar için bir mikro şebeke yapısı tasarlanmıştır. Farklı rüzgar koşullarında yapılan testlerde, uygulanan kontrol yöntemiyle şebeke frekansında gerekli güç limitlerinin ve optimizasyonunun sağlandığı görülmüştür. Farklı rüzgar koşullarında optimum güç çıkışının sağlandığı simülasyon testleriyle kanıtlanmıştır. Konutsal uygulamalar için tasarlanan kontrol ve izleme sisteminin, araştırmacılara yapacakları şebeke bağlantılı uygulamalarda doğru elektriksel ve mekanik seçimleri yapmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Pepermans G, Driesen J, Haeseldonckx D, Belmans R., D'haeseleer W (2005) Distributed generation: definition, benefits, and issues. Energy Policy 33(6):787-798
2. IEEE Application Guide for IEEE Std 1547™, IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems, IEEE Std 1547.2TM-2008.
3. IEEE Recommended Practice for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems Distribution Secondary Networks, IEEE Std 1547.6TM-2011.
4. Coster EJ, Myrzik JM, Kruimer B, Kling WL (2011) Integration issues of distributed generation in distribution grids. Proceedings of the IEEE, 99(1):28-39.
5. Honrubia-Escribano A, Gomez-Lazaro E, Fortmann J, Sørensen P, & Martin-Martinez S (2017) Generic dynamic wind turbine models for power system stability analysis: A comprehensive review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 81(2):1939-1952.
6. Justo JJ, Mwasilu F, Jung JW (2017) Enhanced crowbarless FRT strategy for DFIG based wind turbines under three-phase voltage dip. Electric Power Systems Research 142:215-226.
7. Hansen, A. D., Soerensen, P., Iov, F., & Blaabjerg, F. (2004). Overall control strategy of variable speed doubly-fed induction generator wind turbine. In Wind Power Nordic Conference. Chalmers tekniska högskola.
8. Mohammadi, J., Vaez-Zadeh, S., Ebrahimzadeh, E., & Blaabjerg, F. (2018). Combined control method for grid-side converter of doubly fed induction generator-based wind energy conversion systems. IET Renewable Power Generation, 12(8), 943-952.

9. Bayrak G, Kabalcı E (2016) Implementation of a new remote islanding detection method for wind-solar hybrid power plants. Renewable&Sustainable Energy Reviews 58:1-15.

10. Pena R., Clare J.C., Asher G.M., May 1996. "Doubly fed induction generator using back-to-back PWM converters and its application to variable-speed wind-energy generation". IEEE Proc.- Electr. Power Appl. Vol. 143, No.3.

11. Çalışır, A., Yılmaz, A., & Bayrak, G. DFIG Tipli Rüzgâr Türbini Bağlı Mikroşebekelerde Güç Akışı ve Kısa Devre Arıza Analizinin DIgSILENT PowerFactory Programı ile Gerçekleştirilmesi, CIGRE Güç Sistemleri Konferansı, Ankara/Türkiye, 2018

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

CHIRP-Z DÖNÜŞÜMÜ KULLANILARAK AG ŞEBEKESİNE BAĞLI BİR İNVERTERİN SPEKTRUM ANALİZİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Performing Spectrum Analysis of an Inverter Connected to LV Network Using Chirp-Z Transform

Gökay Bayrak[1] & Alper Yılmaz[2]

1(Dr. Öğr. Üyesi); Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik Tesisleri Anabilim Dalı, Bursa-Türkiye, gokay.bayrak@btu.edu.tr
2(Arş. Gör.); Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik Tesisleri Anabilim Dalı, Bursa-Türkiye, alper.yilmaz@btu.edu.tr

Öz: Giriş ve Amaç: Güneş enerjisinden elektrik üretimi için kullanılan fotovoltaik (FV) temelli sistemlerin şebekeye bağlantısındaki en kritik elemanlardan bir tanesi inverterdir. Şebekeye bağlanacak inverterlerin harmonik etkilerinin mümkün olan en az seviyede olması ve toplam harmonik bozulmanın (THD) %5'ten küçük olması gerekmektedir. THD değerinin yüksek olması, şebeke tarafında güç kalitesinin bozulmasına neden olacaktır. Bu nedenle, inverterlerin şebeke bağlantısında THD değeri spektrum analizi ile tespit edilerek, teknik açıdan gerekli koruma ve iyileştirmelerin yapılması sağlanmalıdır. Materyal ve Yöntem: Bu çalışmada, şebeke bağlantılı bir inverterden alınan gerilim bilgisi gerçek zamanlı olarak alınarak, LabVIEW ile geliştirilen yazılım sayesinde spektrum analizi gerçekleştirilmiştir. Spektrum analizinde Z-dönüşümünün birim çember dışındaki kontürleri boyunca Chirp-Z dönüşümü (CZD) kullanılmıştır. CZD kullanılarak inverter çıkış gerilimi için z-düzlemindeki spiral hatlar boyunca z-dönüşümü hesaplanmıştır. Ayrıca spektrum analizi Hızlı Fourier Dönüşümü (HFD) ile de gerçekleştirilerek, CZD ile karşılaştırılmıştır. Sonuç: Elde edilen sonuçlar, CZD dönüşümünün HFD algoritmasından daha verimli ve bir dizi için HFD'nin bir alt kümesinin hesaplanmasında faydalı olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik sistem, Güç kalitesi, THD, Chirp-z dönüşümü

Abstract: Background & Aim: One of the most critical elements in the connection of photovoltaic (PV)-based systems used to generate electricity from solar energy is the inverter. The harmonic effects of the inverters to be connected to the grid should be as low as possible, and the total harmonic distortion (THD) should be less than 5%. A high THD value will cause distortion of the power quality on the grid side. For this reason, the THD value of the inverters in the grid connection must be determined by spectral analysis to ensure that the necessary protection

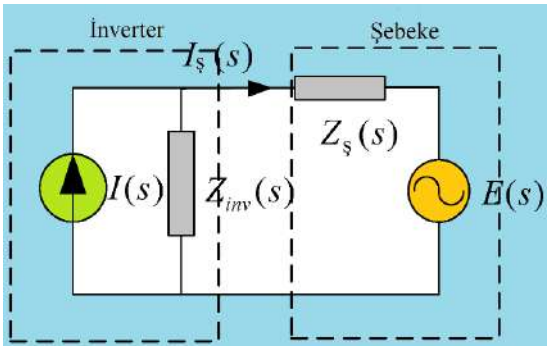
and improvements are made technically. Material and Method. In this study, the voltage information obtained from a grid-connected inverter is acquired in real-time, and spectrum analysis is performed with the software developed with LabVIEW. In the spectrum analysis, the Chirp-Z transformation (CZT) was used along the contours of the Z-transformation outside the unit circle. Using CZT, the z-transform was calculated for the inverter output voltage along the spiral lines in the z-plane. In addition, spectrum analysis was performed with Fast Fourier Transform (FFT) and compared with CZT. Conclusion: The results show that the CZT transformation is more efficient than the FFT algorithm and is useful in calculating a subset of FFT for a sequence.

Keywords: Photovoltaic system, Power quality, THD, Chirp-Z transforms

GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynaklarının günümüzde hızla gelişmesi ile dağıtık üretim sistemlerinden elektrik enerjisinin elde edilmesi yaygınlaşmaya başlamıştır. Son yıllarda güneş enerjisinden elektrik üretimi için fotovoltaik (FV) temelli enerji üretim santralleri kullanılmakta ve özellikle düşük güçlü FV sistemlerin sayısı konutsal uygulamalarda da hızla artmaktadır.

Konutsal FV sistemler genellikle şebeke bağlantılı olarak tesis edilmektedir. Şebeke bağlantılı FV dağıtık üretim tesislerinin şebekeye bağlantısında kullanılan en önemli teçhizat ise tek ya da üç fazlı inverterlerdir. İnverterler FV paneller tarafından üretilen DC gerilimi, AC gerilime dönüştüren çeviricilerdir. Şekil 1'de akım kontrollü bir inverterin genel olarak şebekeye bağlantısı gösterilmiştir.



Şekil 1. Akım kaynaklı bir inverterin şebeke bağlantısı

Akım ve gerilim kontrollü olarak tasarlanan inverterlerin mevcut elektrik şebekesine bağlantısında birtakım elektriksel kriterlerin dikkate alınması gerekmektedir. Mevcut ticari inverterlerin şebeke bağlantısında özellikle toplam harmonik bozulma (THB) değerinin %5'in altında bir

değerde olması beklenmektedir. Bu sayede inverter tarafından şebekeye aktarılan harmoniklerin güç sisteminin kalitesini en az şekilde değiştirmesi, mümkünse değiştirmemesi istenilmektedir.

Literatürde THB değerinin tespit edilmesi amacıyla çok farklı sinyal işleme yöntemleri önerilmiştir. Bu yöntemler genellikle inverter çıkışındaki akım ya da gerilim sinyalinin saf sinüs sinyaline ne kadar yakın olduğunun tespiti için kullanılmaktadırlar. Saf sinüs sinyaline ne kadar yaklaşılırsa, THB değeri de o kadar küçük olacak ve güç sisteminin kalitesi inverterin harmonik etkilerinden o kadar az etkilenecektir.

Güç sistemlerinde THB değerini hesap etmek amacıyla spektrum analizi yapılmaktadır. Spektrum analizi için kullanılan ve günümüzde en yaygın şekilde kullanılan sinyal işleme tekniği Fourier dönüşümü (FD) yöntemidir. Ayrık Fourier dönüşümü (AFD) ise sonlu süre sekansları için tanımlanan hem zaman hem de frekans alanında ayrık olan tek Fourier dönüşümüdür. Test ve ölçüm alanlarında birçok araştırmacı ve üretici tarafından sıkça kullanılan temel bir sinyal ve spektrum analizi aracıdır. Bununla birlikte, N dizi uzunluğu büyük olduğunda, hızlı Fourier dönüşümü (HFD) [1] kullanılmaktadır. Ancak, HFD algoritmasının uygulanmasının bazı sınırlamaları vardır [2].

- HFD algoritmasının N uzunluğu, 2^N ile tanımlanan bir tam sayıdır.
- Giriş uzunluğu N ve çıkış uzunluğu M aynı olmalıdır.
- HFD, birim çemberin eşit aralığı olan bir N örnek dizisinin z-dönüşümünü değerlendirir.

Bununla birlikte, Chirp-Z dönüşümü (CZD) algoritması, frekans spektrumunun hesaplanmasında daha esnektir. CZD algoritmasının kullanılması, z-düzlemindeki herhangi bir noktada dairesel veya spiral hatların üzerinde bulunan z-düzlemindeki M noktalarındaki z-dönüşümünü verimli bir şekilde değerlendirebilir [3]. Noktaların açısal aralığı isteğe bağlı bir sabittir. M ve N tam sayılardır.

HFD ile karşılaştırıldığında, CZD çok daha esnektir. Örnekleme hızı ve alınan örnek sayısı göz önüne alındığında, başlangıç ve durdurma frekanslarını ve çıkış örneklerinin sayısını ayarlayarak çözünürlüğü uygulamaya göre ayarlayabilme imkanı sağlamaktadır. Öte yandan, spektrum analizini daha esnek hale getirmek için, CZD HFD'yi kullanmaktadır. HFD ne kadar hızlı olursa, CZD de o kadar verimli olmaktadır [4].

CZD, frekans tepkisi ölçümlerini kaydetmek veya spektrum bilgisini görüntülemek için bir dizi frekansı analizi yapmaktadır. Özellikle bant genişliği ve çözünürlüğünü belirlemede esneklik sağlar ve genlik ile fazın

hesaplanabileceği gerçek ve hayali frekans bileşenlerini çıkarır. Bu sayede spektrum analizinde HFD'ye göre daha esnek bir çözüm sunar [5].

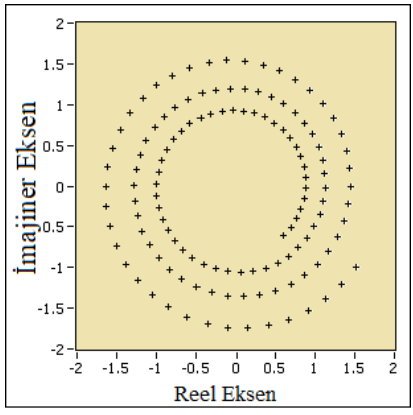
Bu çalışmada, şebeke bağlantılı bir inverterden elde edilen gerilim bilgisi gerçek zamanlı olarak alınarak, LabVIEW ile geliştirilen yazılım sayesinde spektrum analizi gerçekleştirilmiştir. Spektrum analizinde z-dönüşümünün birim çember dışındaki kontürleri boyunca Chirp-Z dönüşümü kullanılmıştır. CZD kullanılarak inverter çıkış gerilimi için z-düzlemindeki spiral hatlar boyunca z-dönüşümü hesaplanmıştır. Ayrıca spektrum analizi Hızlı Fourier Dönüşümü (HFD) ile de gerçekleştirilerek, CZD ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, CZD dönüşümünün HFD algoritmasından daha verimli ve bir dizi için HFD'nin bir alt kümesinin hesaplanmasında faydalı olduğunu göstermektedir.

MATERYAL VE METOD

Chirp Z dönüşümü (CZD), bir spiral boyunca z dönüşümünü aşağıdaki noktalarda z düzlemi üzerinde değerlendirir:

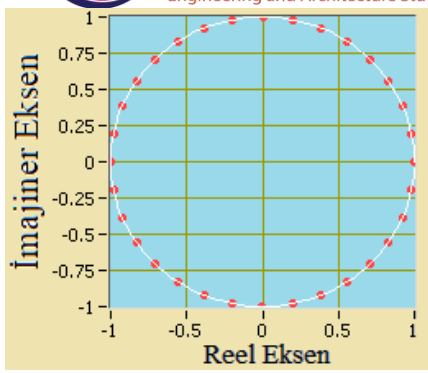
$$z_k = AW^{-k} \quad \text{ve } k = 0, 1, \ldots, M-1 \tag{1}$$

Burada M harmoniklerin sayısını, A başlangıç noktasını ve W da artış miktarını göstermektedir. Şekil 2, z düzleminde işaretlenen örnekleri göstermektedir [6].



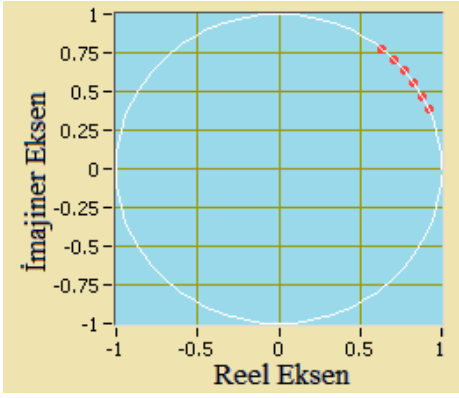
Şekil 2. Örneklerin z düzleminde gösterilmesi

$A = 1$ ve $W = e^{-j\frac{2\pi}{N}}$ şeklinde seçilebilir. Burada, N elde edilen X dizisinin uzunluğudur. M örnekleri birim çembere eşit şekilde dağıtıldığında, Şekil 3'te gösterildiği gibi, Chirp-Z dönüşümü hızlı Fourier dönüşümü (HFD) ile aynı olmaktadır [7].



Şekil 3. CZD birim çember üzerinde gösterimi (HFD ile aynı)

CZD yöntemi, A ve W katsayıları değiştirilerek birim çember üzerinde parçalı HFD'nin elde edilmesinde de imkan sağlamaktadır. Örneğin $A = e^{j\frac{2\pi}{N}s}$ ve $W = e^{-j\frac{2\pi}{N}}$ olarak seçilirse, Şekil 4'teki gibi birim çember üzerindeki belirli bir bölge üzerinde örneklemeler elde edilecektir. Burada s başlangıç harmoniği ve N elde edilen X dizisinin uzunluğudur Bu özelliğinden dolayı CZD ile band genişliğini ayarlayabilmek mümkündür. Bu sayede çok uzun bir sinyal spektrumunun belirlenen çok küçük bir kısmının incelenebilmesine olanak sağlanmaktadır.



Şekil 4. CZD ile spektrum bölgesinin ayarlanması

Chirp-Z dönüşümünü hesaplamak için doğrudan dönüşüm yöntemi veya frekans domeni dönüşüm yöntemi kullanılabilmektedir. Doğrudan dönüşüm yöntemi CZD'yi aşağıdaki denklem ile hesaplamaktadır:

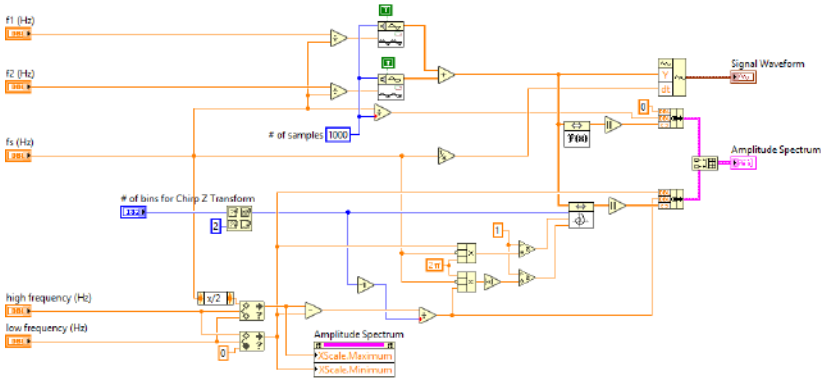
$$Y_k = \sum_{i=0}^{N-1} x_i \left(AW^{-k}\right)^{-i} \qquad (2)$$

Burada $k = 0, 1, \ldots, (M–1)$ arasında değişmektedir. N ise X verilerinin uzunluğudur. Doğrudan dönüşüm yönteminin g_i ve $W^{-i2/2}$ arasında konvülasyonu ile CZD hesabında denklem 3'te gösterilen frekans domeni dönüşüm yöntemi [8] elde edilir. Burada $g_i = x_i A^{-i} W^{-i2/2}$ olarak kabul edilmektedir.

$$Y_k = W^{k^2/2} \sum_{i=0}^{N-1} g_i \, W^{-(k-i)^2/2} \tag{3}$$

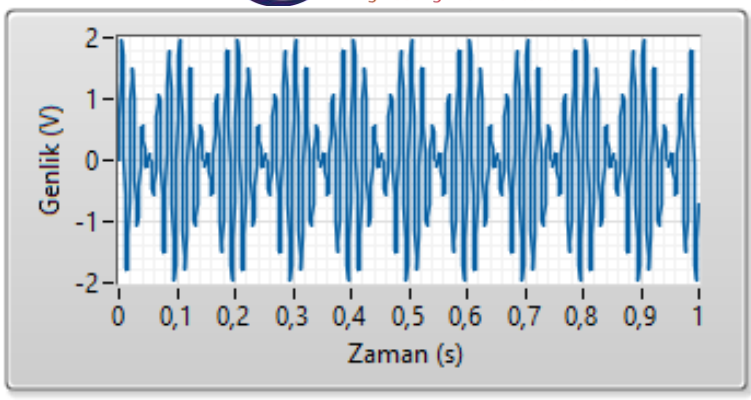
UYGULAMA

Laboratuvarda bulunan fotovoltaik bir sisteme bağlı olan tek fazlı inverterin çıkış gerilimi, veri toplama kartı kullanılarak gerilim sinyali elde edilmiştir [9,10]. Elde edilen gerilim sinyalinin, LabVIEW yazılımı kullanılarak geliştirilen ve Şekil 5'te gösterilen algoritma yardımı ile spektrum analizi gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen algoritma ile hem HFD hem de CZD yöntemlerini kullanarak spektrum analizinin yapılması sağlanmıştır. Bu sayede tek fazlı bir inverter çıkışından elde edilen gerilim sinyali kullanılarak her iki yöntemin spektrum analizindeki performansı incelenmeye çalışılmıştır.



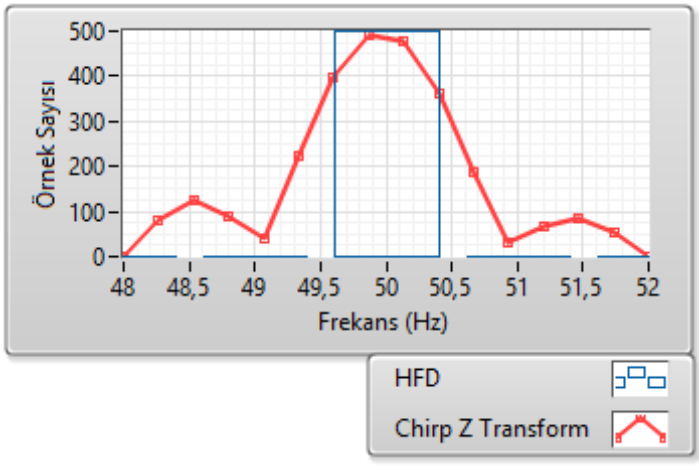
Şekil 5. LabVIEW ile geliştirilen CZD yöntemi

İnverter çıkışından elde edilen gerilim sinyali kullanılan gerilim sensörü sayesinde -2,5V ile 2,5V arasında değişen bir gerilim sinyali olarak veri toplama cihazına aktarılmıştır. Burada sensör çıkışından ölçülen inverter çıkış gerilimi, CZD yöntemi kullanılarak Şekil 6'daki gibi elde edilmiştir.



Şekil 6. İnverter gerilim sinyalinin CZD ile elde edilmesi

Burada kullanılan inverter çıkışından tek faz 230 V RMS gerilim değeri 50 Hz şebeke frekansı altında elde edilmiştir. Elde edilen bu gerilim sinyalinin CZD analizinde, alt frekans değeri 48 Hz ve üst frekans değeri 52 Hz olarak seçilmiştir. Anahtarlama frekansı 1 kHz olup, toplam harmonik çentik sayısı 16 olarak belirlenmiştir. Bu şartlar altında hem HFD hem de CZD yöntemleri uygulanarak Şekil 7'deki spektrum analizi sonucu elde edilmiştir.



Şekil 7. İnverter gerilim sinyalinden elde edilen CZD ve HFD spektrumları

Şekil 7'deki spektrum analizi incelendiğinde, inverter gerilim sinyalinin ana frekans değeri olan 50 Hz'de HFD ile bir pencere şeklindeki alan elde edilirken, CZD yöntemi ile ana frekans ve yan frekanslarda pencere şeklinde olmayan ve belirli noktaları takip ederek ilerleyen bir yapının elde edildiği görülmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere, CZD

ile frekans spektrumunun hesaplanmasının, HFD'den daha esnek bir yapıya sahip olduğu görülmektedir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, şebeke bağlantılı bir inverterden elde edilen gerilim bilgisi gerçek zamanlı olarak alınarak, LabVIEW ile geliştirilen yazılım sayesinde spektrum analizi gerçekleştirilmiştir. Spektrum analizinde z-dönüşümünün birim çember dışındaki kontürleri boyunca Chirp-Z dönüşümü (CZD) kullanılmıştır. CZD kullanılarak inverter çıkış gerilimi için z-düzlemindeki spiral hatlar boyunca z-dönüşümü hesaplanmıştır. Ayrıca spektrum analizi Hızlı Fourier Dönüşümü (HFD) ile de gerçekleştirilerek, CZD ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, CZD dönüşümünün HFD algoritmasından daha verimli ve bir dizi için HFD'nin bir alt kümesinin hesaplanmasında faydalı olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. J. W. Cooley and J. W. Tukey (1965). An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series. Math, Camp, 19, 297-301.
2. Rabiner, L.R. and B. Gold, Theory and Application of Digital Signal Processing, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, pp. 393-399, 1975.
3. Oppenheim, A.V. & R.W. Schafer, Discrete-Time Signal Processing, Prentice-Hall, pp. 623-628, 1989.
4. Fenhua Li, Tieyuan Chang,etc (2007). Digital Signal Processing, Beijing, China Metrology Publishing House, 168-171.
5. Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer, Digital Signal Processing, Prentice-Hall (1975).
6. L. I. Bluestein(1968). A linear filtering approach to the computation of the discrete Fourier transform, NEREM Rec, 218-219.
7. Tien T.Wang (1990). The Segmented Chirp Z-Transform and Its Application in Spectrum Analysis, IEEE Transactions on instrumentation and measurement, 39(2),318-323.
8. LabVIEW Signal Processing Toolset Reference Manual, January 1999 Edition. 1998 National Instruments Corporation.
9. G. Bayrak (2018). Wavelet transform-based fault detection method for hydrogen energy-based distributed generators, International Journal of Hydrogen Energy 43(44), 20293-20308.
10. Yılmaz A., Bayrak G. (2019). A real-time UWT-based intelligent fault detection method for PV-based microgrids. Electric Power Systems Research, 177, 105984.

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

GELECEK NESİL MOBİL İLETİŞİM SİSTEMLERİNDE PİLOT KİRLİLİĞİNİN AZALTILMASINDA KARINCA KOLONİSİ OPTİMİZASYONU İLE VERİMLİ PİLOT ATAMA YAKLAŞIMI

Effective Pilot Assignment Approach with Ant Colony Optimization for Pilot Contamination Mitigation in Next Generation Mobile Communication Systems

Abdulkadir Yayılkan[1] & Selman Kulaç[2],

1(Inst) Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce, Türkiye, abdulkadiryayilkan1@gmail.com
2(Dr.Öğr.Üyesi) Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce, Türkiye, selmankulac@duzce.edu.tr

Öz: Gelecek nesil mobil iletişimden beklenen taleplerin karşılanması için çok sayıda antene sahip Büyük Ölçek ÇGÇÇ (Çok Girişli Çok Çıkışlı) sistemleri kullanmanın getireceği avantajların yanı sıra bazı sınırlamalar da bu sistemle meydana gelmektedir. Bu sınırlamalardan biri de pilot kirliliğidir. Yukarı bağlantı iletimi esnasında her bir kullanıcı baz istasyonuna pilot dizileri gönderir. Sınırlı sayıda bir bant genişliği ve zaman tutarlılık aralığı gibi zorluklar olduğundan sınırsız sayıda pilot dizileri tahsisleri yapılamamaktadır. Aynı pilot dizilerini kullanan kullanıcıların gönderdiği sinyallerin birbiriyle ortogonallik özelliği bulunmamasından dolayı sistemde pilot kirliliği oluşmaktadır. Bu çalışmada karınca koloni optimizasyon yöntemi kullanılarak önerilen pilot ataması gerçekleştirilerek pilot kirliliği sorununu azaltıp sistem performansının iyileştirilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pilot Kirliliği, Büyük Ölçek ÇGÇÇ (Çok Girişli Çok Çıkışlı), Karınca Kolonisi Optimizasyonu, Gelecek Nesil Mobil İletişim Sistemleri

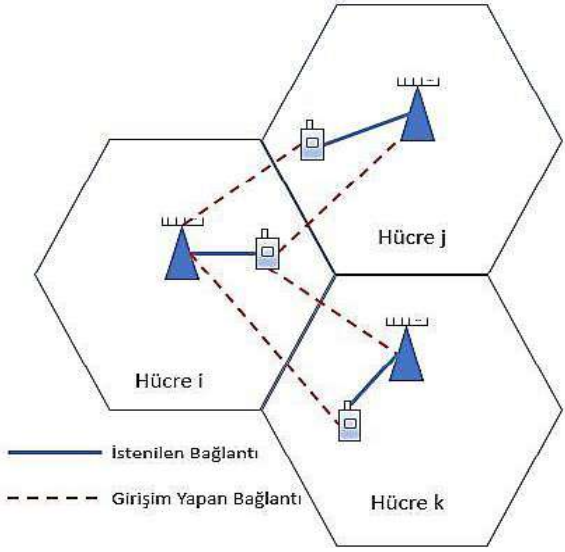
Abstract: In order to meet the demands of the next generation of mobile communication, it has some challenges as well as the advantages of using Massive MIMO (Multi Input Multi Output) systems with multiple antennas. One of these challenges is pilot contamination. During uplink transmission, each user transmits pilot sequences to the base station. Since there are limitations such as a limited number of bandwidth and coherence time intervals, an unlimited number of pilot sequence assignments cannot be performed. Pilot contamination occurs in the system since the signals transmitted by the users using the same pilot sequences do not become orthogonality with each other. In this study, implementing a pilot assignment approach using the ant colony optimization has been proposed. Hence pilot contamination problem was mitigated and the system performance was improved.

Keywords —Pilot Contamination, Massive MIMO (Multi-Input and Multi-Output), Ant Colony Optimization, Next Generation Mobile Communication Systems

GİRİŞ

Gelişen teknolojinin artan ihtiyaçlarını karşılamak için haberleşme sistemlerinde gerekli iyileştirmelerin yapılması gerekmektedir. Gelecek nesil mobil iletişim sistemlerinin getirebileceği avantajlarının yanı sıra bazı zorluklarda mevcuttur. Bunlar: Alıcı-verici kalibrasyon ihtiyacının oluşması, zamanında bir kanal durum bilgisinin bulunamaması, Pilot kirliliği ve RF zincirlerinde kullanılmak amacıyla hızlı işleme algoritmaları, Radyo yayılımı ve yanıtların ortogonalliğidir (Elijah, Rahman, Leow, Nunoo, & Iliya, 2016).

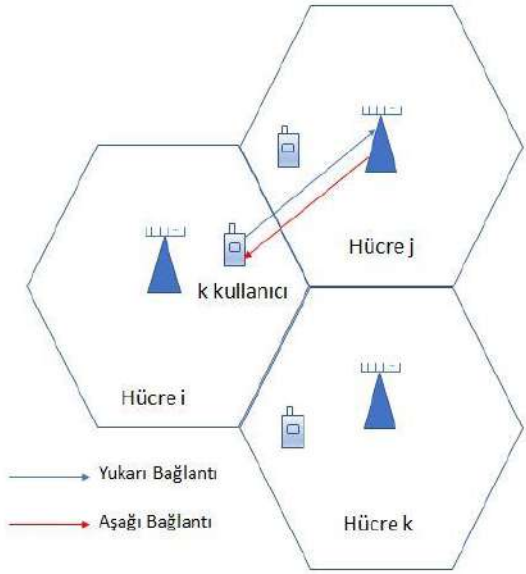
Figür 1. Pilot kirliliği problemi (Elijah, Rahman, Leow, Nunoo, & Iliya, 2016)



Pilot sembolleri, vericiden veriler gönderilirken daha önceden tanımlanmış olan özel sembollerdir. Alıcı bu pilot sembolleri kanal durum bilgisinin kestirilmesinde kullanmaktadır. Burada hücreler arası girişime sebep olmakta aynı referans sinyalinin kullanılması doğru kanal durum bilgisinin kestirilmesini zorlaştırmakta ve dahası engellemektedir. Sınırlı sayıda bir bant genişliği ve zaman tutarlılık aralığı gibi zorluklar olduğundan kullanıcı sayısı kadar pilot dizileri tahsisi yapılamamaktadır. Aynı pilot dizilerini kullanan kullanıcıların gönderdiği sinyallerin birbiriyle ortogonallik özelliği bulunmaması sebebiyle sistemde pilot kirliliği oluşmaktadır. Çoklu hücresel yapının getirmiş olduğu hücreler arası girişimin büyük ölçek çok girişli çok çıkışlı sistemde azaltılması gerekmektedir. Bu sebeple doğru bir kanal durum bilgisinin elde edilemediği bir sistemin avantajlarının ortaya konulması da oldukça

zorlaşacaktır. Bu çalışmada pilot kirliliği problemi ele alınmaktadır. Akademik bazı çalışmalarda açıkça görülmektedir ki; gelişmiş pilot atama yöntemleri ile farklı iki terminalin aynı referans sembollerini kullanmasının önüne geçerek figür 1'de gösterilmekte olan pilot kirliliği probleminin azaltılması ve sistem performansının iyileşmesi sağlamaktadır. Bu sebeple etkin pilot tahsisi algoritmaları burada önem arz etmektedir. Bu çalışmada karınca kolonisi optimizasyonu (KKO) kullanılarak meta sezgisel bir yaklaşım ile yeni bir atama yöntemi önerilmektedir.

Figür 2. Büyük Ölçek ÇGÇÇ sisteminde pilot kirliliği sırasında yukarı bağlantı ve aşağı bağlantı iletimi



SİSTEM MODELİ

Anlaşılmasının kolay olması için literatürde yaygın olarak kullanılan sistem sembolleri kullanılmıştır. L hücre sayısı ve K tek antenli kullanıcı sayısı olmak üzere M ≥ K anten sayısından oluşan bir Büyük Ölçek ÇGÇÇ sistem düşünüyoruz. Figür 2'de görüldüğü gibi hücre i'deki k. kullanıcıdan hücre j'de baz istasyonun m. antenine doğru yayılma faktörü:

$$g_{ijkm} = \sqrt{\beta_{ijk}} h_{ijkm} \quad (1)$$

h_{ijkm} küçük ölçekli sönümleme faktörünü belirtmektedir ve birbirinden bağımsız ve aynı dağılıma (i.i.d) sahiptir. Ayrıca simetrik Kompleks Gauss CN (0,1) rastgele değişkenlerdir. β_{ijk} ise Büyük Ölçek

Sönümlemeyi ifade etmektedir. İ. hücre BS'lerindeki bütün antenlerin ve j. hücredeki bütün K kullanıcıların kanal matrisleri gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$G_{ij} = \sqrt{D_{ij}} H_{ij} = \begin{pmatrix} g_{ij11} & \cdots & g_{ijk1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{ij1m} & \cdots & g_{ijkm} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Burada;

$$H_{ij} = \begin{pmatrix} h_{ij11} & \cdots & h_{ijk1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{ij1m} & \cdots & h_{ijkm} \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$D_{ij} = \begin{pmatrix} \beta_{ij1} & & \\ & \ddots & \\ & & \beta_{ijk} \end{pmatrix} \quad (4)$$

PİLOT KİRLİLİĞİ

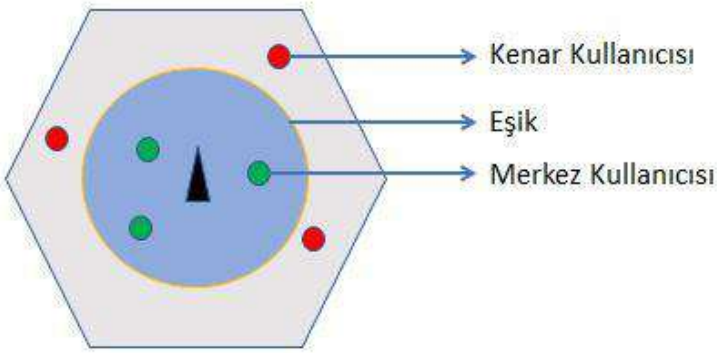
Çok sayıda antene sahip büyük ölçek sistemlerde daha fazla terminale hizmet sağlamak ve sistem performansının efektif hale getirilebilmesi için aynı pilot dizileri girişim yapmayacak bir şekilde tekrar kullanılmalıdır. Sistemde kanal tutarlılık aralığı nedeniyle sınırsız sayıda pilot kullanmak mümkün değildir (Badr, Fouda, & Tag Eldien, 2016). Aynı zamanda zaman tutarlılık aralığı da buna ek olarak sınırsız pilot dizisi atamayı engellemektedir. Bu nedenle aynı kullanılan pilot dizilerinin ortogonal olmamasından dolayı pilot kirliliği problemi meydana gelmektedir. Yapılan birçok akademik çalışma pilot kirliliği probleminin sistem performansını sınırlayacağını ve doğru kanal bilgisinin elde edilmemesi sebebiyle verimliliğin azalacağı sistem performans benzetim ve simülasyon sonuçlarıyla vurgulamaktadır.

Karınca Koloni Optimizasyonu ile Pilot Atama Şeması

Bu bildiride yapılan çalışmada meta sezgisel bir yaklaşım ile pilot kirliliği problemi azaltılmıştır. Herhangi iki kullanıcı arasındaki pilot kirliliği yoğunluğunu ölçmek için denklem 5'te belirtilen ifade KKO ile optimal atama yapılarak bu problem bir optimizasyon problemi yaklaşımı gibi düşünülüp çözülmeye çalışılmıştır.

$$\tau_{(jk)(j'k')} = \frac{\beta^2_{(j'k')j}}{\beta^2_{(jk)j}} + \frac{\beta^2_{(jk)j'}}{\beta^2_{(j'k')j'}} \quad (5)$$

Figür 3. Hücrenin iki gruba ayrılması (Yuan, Yang, & Xu, 2018)



Figür 3'te görülmekte olan sistem iki ayrı kısımda düşünülmüştür. Bu hücrenin kenar ve merkez kullanıcıları $\beta_{i,k,i}$ katsayısına bağlı olarak ayrıştırılmıştır (Yuan, Yang, & Xu, 2018). Denklem 6'da kenar ve merkez hücre kullanıcılarının genel ayrım şartını göstermektedir. ρ_l eşik değerini belirtmekte olup denklem 7'de belirtilmiştir ve θ ifadesi sabit bir değeri ifade etmektedir.

$$\beta^2_{iki} \overset{?}{>} p_i \rightarrow \begin{cases} \text{Evet} \rightarrow \text{merkez kulanıcıları} \\ \text{Hayır} \rightarrow \text{kenar kullanıcıları} \end{cases} \quad (6)$$

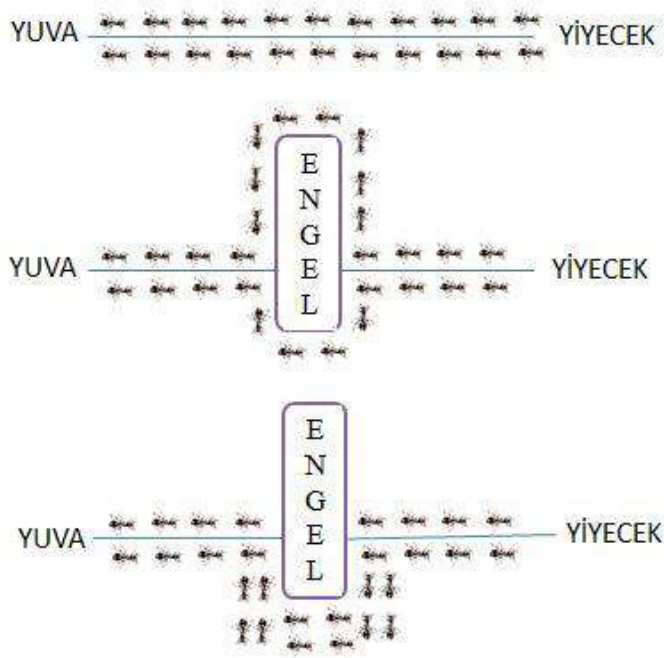
$$p_i = \frac{\theta}{K} \sum_{k=1}^{K} \beta^2_{iki} \quad (7)$$

Kenar kullanıcılarına birbiri ile ortogonal olacak bir biçimde pilot dizileri tahsis edildiği varsayılırken; merkez kullanıcıları için KKO kullanılarak, optimal çözüm dahilinde, pilot kirliliği problemi minimum olacak şekilde pilot dizileri tahsis edilmiştir. Böylece benzetim sonuçlarınca açıkça görülmektedir ki sistem performansında iyileştirilmeler yapılmıştır.

Karınca Kolonisi Optimizasyonu

Günümüzdeki problemleri çözmek için doğadaki canlıların davranışlarından esinlenerek meta sezgisel optimizasyon algoritmaları geliştirilmiştir. Karınca kolonisi optimizasyonu (KKO) da meta sezgisel algoritmalardan birisidir. Bu algoritmalar en çok gezgin satıcı problemi ve kuadratik atama problemlerinde kullanılır. Ayrıca haberleşme sistemleri grafik renklendirme, iş çizelgesi ve genel atama problemleri vs. çalışma alanları da mevcuttur. Karınca kolonisi optimizasyonu karınca türlerinin yiyecek arama davranışlarından ilham almaktadır (Randall, 2004). Yiyecek aramaya çıkan karıncaların önlerine bir engel çıktığında engeli geçmek için farklı yollara rastgele dağılmaktadırlar. Bu sırada her bir karınca yola feromon salgısı bırakmaktadır. Görme duyusu kullanmadan feromon salgı sayesinde birbiriyle iletişim sağlarlar. En kısa yola dağılan karıncalar, en uzun yola giden karıncalara göre kısa sürede yiyeceğe ulaşacaktır (Sel, 2013). Feromon salgısı zamanla buharlaşma özelliği göstermektedir. Kısa rotada daha fazla feromon salgısı olduğundan karıncalar feromon salgısının fazla olduğu yolu tercih etmektedir. Böylelikle yiyecek aramada en kısa rota bulunmaktadır. Figür 4'de karıncaların doğal davranışı gösterilmektedir.

Figür 4. Karıncaların gözlenen doğal davranışı (Özdağ, Aygör, & Parlak, 2012)



Bu makalede KKO tepe ve ayrıtların bulunduğu yol modellemesi yaparak pilot kirliliği problemine çözüm üretilmektedir (Sel, 2013). Karıncalar pilot atamasını denklem 8'de verilen olasılık fonksiyonuna göre seçim yapmaktadır.

$$P_{ij}^{k} = \frac{\tau_{ij}^{\alpha} * \gamma_{ij}^{\delta}}{\sum \tau_{iu}^{\alpha} * \gamma_{iu}^{\delta}} \quad (8)$$

τ_{ij}^{a} ise i hücredeki j kullanıcısına atama yapılması sonucunda salgılanacak olan feromon maddesi miktarını temsil etmektedir. α ve δ sırasıyla feromon miktarını ve amaç fonksiyonun önemini gösteren bir parametredir. Denklem 9'da i hücredeki j kullanıcına atama yapılabilirlik amaç fonksiyonunu belirtmektedir.

$$\gamma_{ij} = \frac{1}{d_{ij}} \quad (9)$$

d_{ij} i hücredeki j kullanıcısının atama yapılma maliyetini ifade eder. Denklem 10'da verilen ifade ile feromon miktarının güncellemesini yapmaktadır.

$$\tau_{ij} \leftarrow (1-p)\tau_{ij} + \sum_{k}^{m} \Delta\tau_{ij}^{k} \quad (10)$$

p feromon buharlaşma miktarını belirtmekteyken, m karınca sayısını ifade etmektedir.

$$\Delta\tau_{ij}^{k} = \begin{cases} Q/L_k & \text{k karıncası i hücredeki j kullanıcısı atama yapılıyor ise} \\ 0 & \end{cases} \quad (11)$$

Denklem 11'da Q sabit bir değeri, L_k k karıncası tarafından aranan yol uzunluğunu, $\Delta\tau_{ij}^{k}$ i hücredeki j kullanıcının i_1 hücredeki j_1 kullanıcısı arasındaki atama yapılması sonucunda bırakacağı feromon miktarını temsil etmektedir.

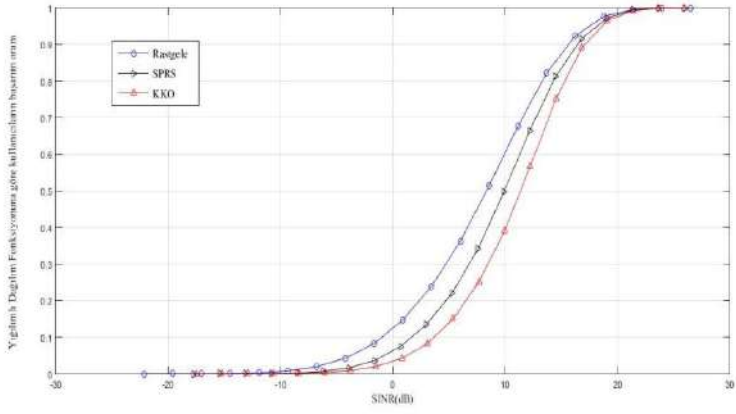
BENZETİM SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada önerilen yaklaşımda meta sezgisel bir metot kullanılarak, pilot kirliliği sorunu bir optimizasyon problemi gibi düşünülmüş ve KKO ile girişime sebep olan kullanıcılar için pilot tahsisi yapılarak sistem performansı iyileştirilmeye çalışılmıştır. Kullanılan parametreler Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Kullanılan parametreler

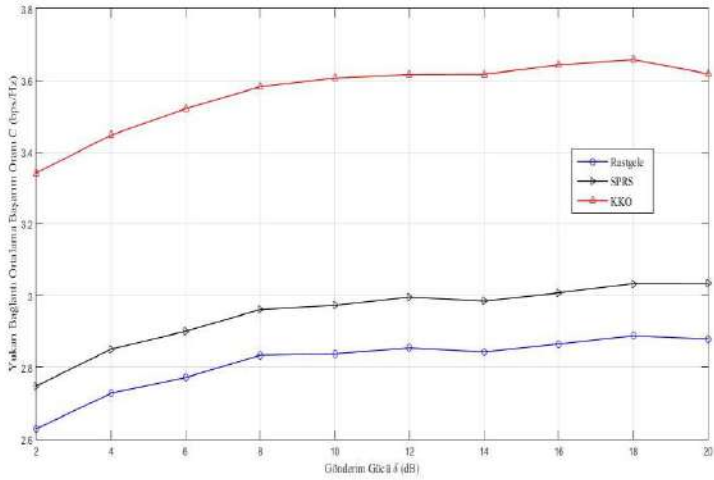
Bir hücredeki kullanıcı sayısı $\boldsymbol{K}$	10
Sistemde kullanılan hücre sayısı **J**	10
Kaybedilen spektral etki değeri $\boldsymbol{\mu_0}$	0,05
BS'deki anten sayısı **M**	32~2048 512
Eşik Değer parametresi $\boldsymbol{\theta}$	0,05≤ $\boldsymbol{\theta}$ ≤1 0,2
İletim gücü $\boldsymbol{\delta_P}$	5~30 dB 15 dB
Gölgelenme sönümlenmesi $\boldsymbol{\sigma}$	8 dB
Q	1
Buharlaşma katsayısı **p**	0.1
Karınca Sayısı **m**	50
Feromon miktarı katsayısı **α**	2
Amaç fonksiyonu katsayısı **δ**	2

Figür 5. Pilot Tahsisi yöntemlerinin CDF'e göre SINR (dB) değerleri



Figür 5 'te KKO ile önerilen pilot tahsisi şeması rastgele atama ve yumuşak pilot atama(SPRS) yöntemlerine göre SINR değerlerinin kullanıcıların başarım oranlarının, yığılımlı dağılım fonksiyonuna (CDF) kıyasla hücrede başarım sağlayan kullanıcı sayısının aynı olduğu durumlara göre daha verimli SINR değeri bulunulmuştur böylelikle iyileştirme uygulanmayan kullanıcı sayısı diğer yöntemlere oranla daha düşüktür. Figür 6'da Ortalama UL fazında kullanıcı gönderim gücü başarım oranları ile birlikte değerlendirildiğinde KKO' nun diğer yöntemlerden iyi olduğu görülmektedir.

Figür 6. Pilot Tahsisi yöntemlerinin gönderim gücünün yukarı bağlantı ortalama başarım oranlarına göre değerleri



SONUÇLAR

Bu çalışmada Çok hücreli Büyük Ölçek ÇGÇÇ sistemde pilot kirliliği probleminin azaltılması ve bir hedef hücredeki sistem performansında iyileştirmeler yapmak için girişim yapan merkez kullanıcılarına bir pilot dizisi atama şeması oluşturan meta sezgisel bir yaklaşım önerilmiştir. KKO ile iyi bir pilot kirliliği azaltım başarımı sağlanmıştır.

KAYNAKÇA

1. Badr, M. M., Fouda, M. M., & Tag Eldien, A. S. (2016). A novel vision to mitigate pilot contamination in massive MIMO-based 5G networks. *2016 11th International Conference on Computer Engineering & Systems (ICCES)* (p. 366371). Kaire: IEEE.

2. Elijah, O., Rahman, T. A., Leow, C. Y., Nunoo, S., & Iliya, S. Z. (2016). A Comprehensive Survey of Pilot Contamination in Massive MIMO—5G System. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 905-923.

3. Özdağ, H., Aygör, N., & Parlak, A. (2012). Karınca Kolonisi Algoritmasının Zaman Çizelgelemesi Üzerine:Bir Modellemesi ve Uygulaması. *Akademik Bilişim'12 - XIV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri* (pp. 329-333). Uşak Üniversitesi.

4. Randall, M. (2004). Heuristics for ant colony optimisation using the generalised assignment. *Proceedings of the 2004 Congress on Evolutionary Computation (IEEE Cat. No.04TH8753)*, 1916-1923.

5. Sel, Ç. (2013). *Genel Atama Problemlerinin Çözümünde Deterministik, Olasılık Temelli Ve Sezgisel Yöntemlerin Uygulanması.* Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

6. Yuan, W., Yang, X., & Xu, R. (2018). A Novel Pilot Decontamination Scheme for Uplink Massive MIMO Systems. *8th International Congress of Information and Communication Technology (ICICT-2018)* (pp. 72-79). Xiamen: Elsevier.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

GÜNEŞ IŞINIMI VERİLERİNİN AKA / EEK-DVM HİBRİT YÖNTEMİ İLE ANALİZİ

Analysis of Solar Radiation Data by EMD/LSSVM Hybrid Method

Ardan Hüseyin Eşlik[1] & Emre Akarslan [2+] & Fatih Onur Hocaoğlu [3]

[1] (Arş. Grv.); Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği, Afyon-Türkiye, ardanhuseyineslik@aku.edu.tr
[2](Dr. Öğr. Üyesi); Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği, Afyon-Türkiye, akarslan@aku.edu.tr
[3](Prof. Dr.); Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği, Afyon-Türkiye, hocaoglu@aku.edu.tr

Öz: Dünyada her geçen gün artan enerji talebi ve çevre kirliliğinin önüne geçme isteği, güneş enerjisi kullanımını çok daha önemli hale getirmiştir. Güneş enerjisi sistemlerinin tasarımı ve geliştirilmesi sırasında güneş ışınım değerlerinin bilinmesi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, güneş ışınım şiddeti verilerinin tahmini için hibrit bir tahmin modelleme yöntemi kullanılmış ve yöntemin uygulanabilirliği incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde bulunan ölçüm istasyonundan 1 Ocak 2013 ile 31 Aralık 2013 tarihleri arasında toplanmış güneş ışınım verileri kullanılmıştır. Toplanan veriler ilk olarak doğrusal olmayan zaman serilerinin analizinde kullanılan Ampirik Kip Ayrışımı (AKA) yöntemi ile İçsel Kip Fonksiyonlarına (İKF) ayrıştırılmıştır. Ayrıştırma sonucunda oluşan her bir İKF, En Küçük Kareler Destek Vektör Makineleri (EKK-DVM) kullanılarak ayrı ayrı modellenmiş ve tahmin edilmiştir. Modellenen bileşenlerin tahmin sonuçları kullanılarak nihai tahmin sonucu elde edilmiştir. Deney sonuçları AKA / EKK-DVM modelleme yönteminin güneş ışınım verilerinin analizinde kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler *– Güneş Işınımı Tahmini, Ampirik Kip Ayrışımı (AKA), En Küçük Kareler Destek Vektör Makineleri (EKK-DVM), İçsel Kip Fonksiyonu (İKF)*

Abstract: The increasing demand for energy and the desire to prevent environmental pollution have made the use of solar energy much more important. During the design and development of solar systems, it is important to know the solar radiation values. In this study, a hybrid estimation modeling method is used for forecasting solar radiation intensity data and its applicability is examined. For this purpose, solar radiation data collected from the measuring station of Afyon Kocatepe University Faculty of Engineering between 1 January 2013 and 31 December 2013 were used. The collected data were first decomposed into Intrinsic Mode Functions (IMF) using the Empirical Mode Decomposition (EMD) method used in the analysis of nonlinear time series. Each IMF formed as a result of

decomposition was modeled and forecast separately by using Least Squares Support Vector Machines (LS-SVM). The final forecasting result is obtained by using the forecasting results of the modeled components. Experimental results showed that the EMD / LS-SVM modeling method can be used in the analysis of solar radiation data.

Keywords *– Solar Radiation Forecasting, Empirical Mode Decomposition (EMD), Least Squares Support Vector Machines (LS-SVM),* Intrinsic Mode Functions

1.GİRİŞ

Dünyada hızla artan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte enerji ihtiyacı günden güne artmaktadır. Fosil yakıtların rezervlerinin hızla tükenmeye başlaması ve enerjiye dönüştürülürken çevreye vermiş oldukları zararlar, enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasını zorunlu hale getirmiştir. Dünyada ve ülkemizde temiz ve sürdürülebilir enerjiye duyulan bu gereksinim, yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin kullanımını son yıllarda önemli ölçüde arttırmıştır. Güneş enerji sistemlerinin tasarımı ve geliştirilmesi için bölgeye ait ışınım bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle güneş ışınım verilerinin tahmini güneş enerji sistemlerinin gelişmesinde büyük rol oynamaktadır.

Literatürde günümüze kadar güneş ışınımı şiddeti verilerinin tahmini için birçok araştırma yapılmış ve uygulanabilir, etkili birçok yöntem önerilmiştir. Önerilen bu yöntemler temel olarak geleneksel matematik istatistik yöntemleri ve makine öğrenmesi yöntemlerine dayanmaktadır. Son yıllarda makine öğrenmesi alanında yapılan ilerlemeler, güneş ışınım verilerinin makine öğrenmesi yöntemi ile tahminine olan ilgiyi arttırmıştır. Bu bölümde makine öğrenmesi yöntemi kullanılarak yapılmış olan önemli ve çalışmamızda kullanılan yöntemlerle ilgili bazı çalışmalara değinilecektir.

Yu vd. (2008) yaptıkları çalışmada ham petrol fiyatını tahmin etmek amacıyla Ampirik Kip Ayrışımı (AKA) tabanlı Yapay Sinir Ağı (YSA) hibrit yöntemini kullanmışlardır. İlk olarak orijinal ham petrol fiyat serisi AKA yöntemiyle İçsel Kip Fonksiyonlarına (İKF) ayrılmıştır. Ardından üç katmanlı ileri beslemeli YSA her bir İKF'nin modellenmesinde ve tahmininde kullanılmıştır. İKF tahmin sonuçları birleştirilerek nihai tahmin sonucu elde edilmiştir. Araştırmanın sonucunda AKA tabanlı YSA hibrit yönteminin oldukça etkili sonuçlar verdiği ortaya koyulmuştur (Yu, Wang, & Lai, 2008). Lin vd. (2012) çalışmalarında döviz kurunu tahmin

etmek amacıyla hibrit bir yöntem geliştirmişlerdir. Orijinal zaman serisi ilk olarak AKA yöntemi ile İKF'lerine ayrılmış ve ardından En Küçük Kareler Destek Vektör Regresyon (EKK-DVR) kullanılarak her İKF ayrı ayrı modellenmiş ve tahmin edilmiştir. İKF tahmin sonuçları birleştirilerek nihai tahmin sonucu elde edilmiştir. Deney sonuçları önerilen hibrit yöntemin, AKA-Arima hibrit yöntemi ve tekli EKK-DVR ve tekli Arima yöntemlerine kıyasla daha iyi performans gösterdiğini göstermiştir (Lin, Chiu, & Lin, 2012). Liu vd. (2019) yaptıkları araştırmalarla birlikte çimento öğütme işleminin saatlik elektrik enerjisi tüketimini tahmin edebilmek amacıyla ayrıştırma-tahmin-entegrasyon mantığına dayanan bir yöntem önermişlerdir. Hibrit model ilk olarak orijinal veri serisini AKA yöntemiyle İKF'lerine ayırmış, daha sonrasında İKF'lerde bulunan yüksek frekanslı gürültüleri azaltmak için Hareketli Ortalamalar Filtresi (HOF) kullanılmıştır. Her bir İKF ayrı ayrı modellenmiş ve EKK-DVR kullanılarak tahmin edilmiştir. İKF tahmin sonuçları birleştirilerek nihai tahmin sonucu elde edilmiştir. Deney sonuçları önerilen modelin diğer algoritma ve modellerden daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur (Liu, Wang, Zhang, & Huang, 2019). Elbi ve Kızılkaya (2012) yaptıkları çalışmada beyaz gauss gürültüsü ile bozulmuş alçak frekanslı sinyaller üzerine AKA yöntemini uygulayarak gürültünün giderilmesini sağlamışlardır. Ayrıca AKA / Savitzky-Golay süzgeci yöntemi ile AKA / EKK-DVR yöntemini karşılaştırmışlardır. Gürültü giderme problemlerinde AKA / EKK-DVR'nin çok daha iyi sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir (Elbi & Kizilkaya, 2012). Shaowu vd. (2019) Egzoz gazı sıcaklık marjını tahmin etmek için AKA / EKK-DVR yöntemini kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlar geleneksel tahmin yöntemlerine kıyasla tahmin doğruluğunun etkin bir şekilde iyileştiğini göstermiştir (Shaowu, Qiangqiang, & Hongde, 2019). Li ve Fang (2014) Makine çıkışının arıza yapacağı zamanı tahmin edebilmek amacıyla uzun vadede başarılı tahmin sonuçları verecek AKA / Çok adımlı EKK-DVM modelini önermişlerdir. Deney sonuçları önerilen modelin istenilen sonuçları elde edebileceğini ve endüstriyel alanlarda kullanılabileceğini göstermiştir (Li & Fang, 2014).

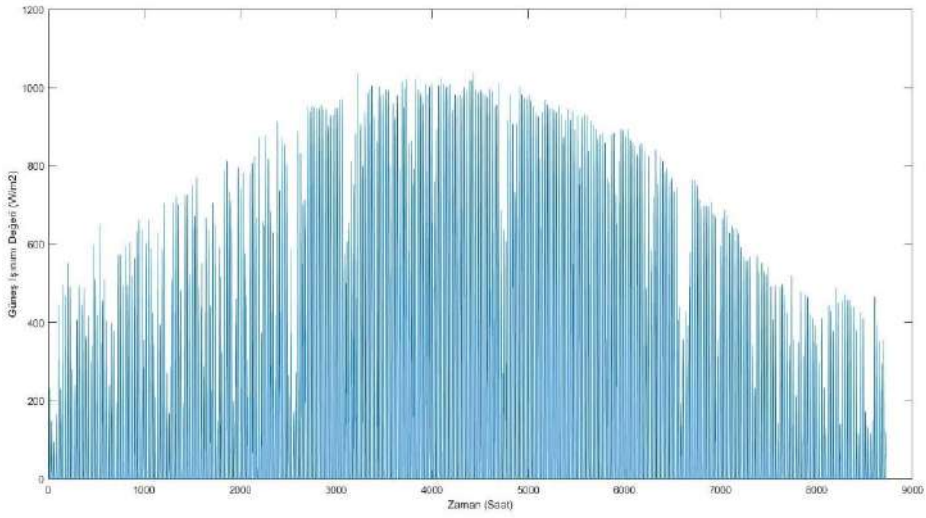
Bu çalışmada Afyon Kocatepe Üniversitesi ana kampüs alanına yerleştirilmiş olan bir ölçüm istasyonundan bir yıl süre ile saatlik olarak toplanmış güneş ışınım şiddeti verileri kullanılmıştır. Çalışmada toplanan güneş ışınım şiddeti verileri AKA / EEK-DVM hibrit yöntemi ile analiz edilmiş ve modellenmiştir. Oluşturulan modeller kullanılarak, belirlenen bölgeye düşen 1 günlük güneş ışınım şiddeti değerleri saatlik olarak tahmin

edilmiştir. Makalenin organizasyonu şu şekilde planlanmıştır; ilk olarak materyal ve yöntem başlığı altında AKA / EEK-DVM hibrit yönteminde kullanılan veri ve yöntemler ele alınmış ardından yapılan deneysel çalışmalar ve deneysel çalışmalara ait analiz sonuçları verilmiştir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Kullanılan Güneş Işınım Verisi

AKA / EKK-DVM yönteminin analizi ve uygulanabilirliğini incelemek amacıyla Afyon bölgesine ait güneş ışınım verileri kullanılmıştır. Kullanılan veriler 1 Ocak 2013 ile 31 Aralık 2013 arasında Afyon Kocatepe Üniversitesi ana kampüs alanına yerleştirilmiş olan bir Kipp&Zonen marka CMP-6 model bir piranometre ile ölçülmüştür. Bu ölçü aleti, ısıl pil tip bir piranometre olup, altmış dört ısıl çift bağlantı algılama elemanına ve 5-20 $\mu VW^{-1}m^2$ ölçme hassasiyetine sahiptir. Saatlik olarak toplanan bir yıllık verinin değişimini gösteren grafik Şekil 1'de sunulmuştur. Şekilden görüldüğü üzere güneş ışınımının gün ve yıl içerisinde trend olarak belirli bir değişimi olmakla birlikte, farklı sebeplere bağlı olarak beklenmedik değişimler gözlemlenebileceği görülmektedir. Bu sebeple güneş ışınımı değişimini modellemek oldukça karmaşık bir problem olup, doğrusal olmayan yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 1: Afyon Bölgesine ait saatlik olarak ölçülen 1 yıllık güneş ışınım verisi

2.2. Ayrıştırma – Birleştirme Öğrenme Yaklaşımı

Güneş ışınımı verileri gibi doğrusal ve durağan olmayan yapıya sahip zaman serilerinin tahmini ve modellemesi oldukça karmaşık olabilmektedir. Bu karmaşıklığın önüne geçebilmek amacıyla He vd. (He, Lai, Science, & 2010, n.d.) tarafından Ayrıştırma – Birleştirme öğrenme yaklaşımı önerilmiştir. Önerilen bu yaklaşım, modellenmesi ve tahmini karmaşık olan verinin parçalara ayrılarak tekrar birleştirilmesi esasına dayanmaktadır.

AKA / EEK-DVM hibrit yöntemi Ayrıştırma-Birleştirme öğrenme yaklaşımı prensibine sahiptir. Bu yaklaşım temel olarak 3 ana adımı içerir;

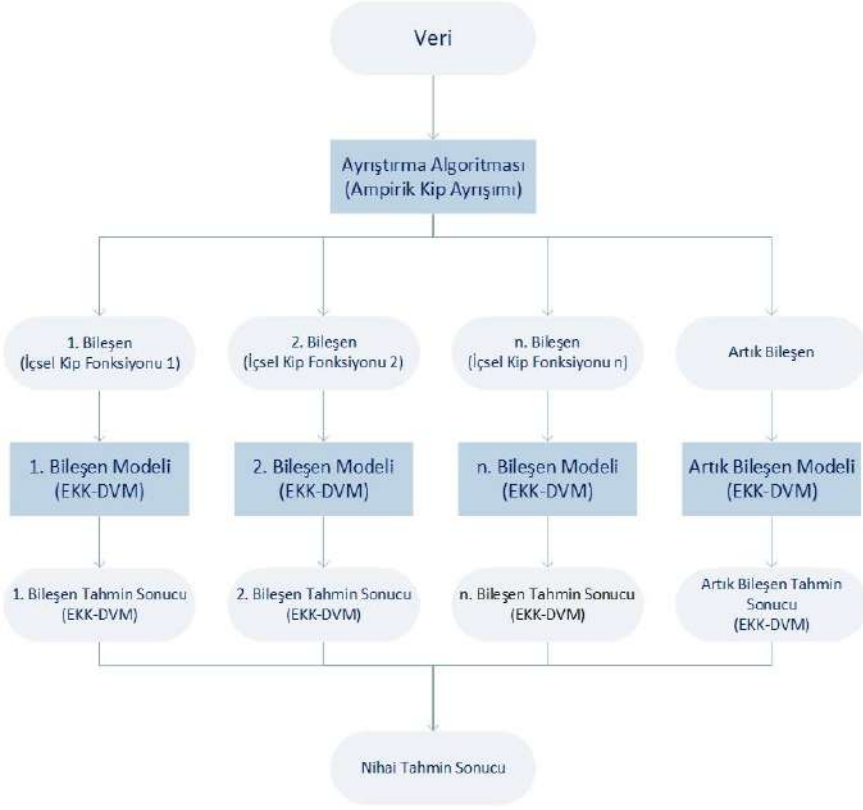
1. Ayrıştırma: Orijinal zaman serisi, ayrıştırma algoritmaları ile kendisini oluşturan, tahmin ve analizi nispeten daha basit, anlamlı bileşenlere parçalanır.
2. Bireysel tahmin: Ayrıştırma algoritması sonucu ortaya çıkan bileşenler çeşitli tahmin yöntemleri ile modellenir ve tahmin edilir.
3. Birleştirme: Her bir bileşene ait tahmin sonuçları birleştirilerek nihai tahmin sonucu elde edilir.

AKA / EKK-DVM hibrit yöntemine ait akış şeması Şekil 2'de sunulmuştur. Literatürde kullanılan farklı birçok ayrıştırma algoritması ve tahmin yöntemi bulunmaktadır. Bu çalışmada ayrıştırma algoritması olarak Ampirik Kip Ayrışımı yöntemi, modelleme ve tahmin için ise En Küçük Kareler Destek Vektör Makineleri makine öğrenmesi yöntemi tercih edilmiştir.

2.3. Ampirik Kip Ayrışımı (AKA)

Ampirik Kip Ayrışımı (AKA) doğrusal ve durağan olmayan sinyalleri ayrıştırmaya yarayan bir sinyal işleme yöntemidir. (Huang et al., 1998) Bu yöntem kullanılarak sinyal, kendisini oluşturan İçsel Kip Fonksiyonları'na (İKF) ve artık bileşene ayrıştırılır. Bir salınımın İKF olarak adlandırılabilmesi için iki temel şartı sağlaması gerekmektedir.

1. Yerel minimum ve maksimum noktaları sayısı birbirine eşit veya aralarındaki fark en fazla birdir.
2. Alt ve üst zarfların ortalamaları her noktada sıfırdır.



Şekil 2: AKA/EKK-DVM Hibrit yöntemine ait öğrenme yaklaşımı akış diyagramı

2.4. En Küçük Kareler Destek Vektör Makineleri (EKK-DVM)

İlk olarak Vapnik vd. tarafından sınıflandırma ve regresyon problemlerinin çözümü için önerilen destek vektör makineleri (DVM), istatistiksel öğrenme teorisi ve yapısal risk minimizasyonu çalışma ilkesine dayanan makine öğrenmesi yöntemidir. (Vapnik, 2013) Çalışma ilkesinin yapısal risk minimizasyonuna dayanması nedeniyle geleneksel makine öğrenmesi yöntemlerinde karşılaşılan yerel minimuma takılma, düşük yakınsama oranı ve aşırı doyma (overfitting) sorunları ile karşılaşılmaz ve az sayıda eğitim verisiyle de başarılı sonuçlar elde eder. (Lu, Wang, Leung, …, & 2002, n.d.)

Ancak tüm bu avantajlarına rağmen büyük ölçekli veri seti içeren problemlerde hesaplama yükünün fazla olması DVM'yi yavaşlatıp, çözüm sürecini uzatmaktadır. Bu sorunun önüne geçebilmek adına Suykens vd. tarafından En Küçük Kareler Destek Vektör Makineleri (EKK-DVM)

önerilmiştir. (Suykens, Van Gestel, Brabanter, Moor, & Vandewalle, 2002) EKK-DVM regresyon problemlerinde kullanıldığında en küçük kareler destek vektör regresyon (EKK-DVR) olarak adlandırılmaktadır.

Destek vektör regresyon (DVR) yöntemi verinin haritalama fonksiyonu kullanarak girdi uzayından daha yüksek boyutlu bir uzaya taşınıp, bu uzayda doğrusal regresyon uygulanması esasına dayanır ve şu şekilde formüle edilebilir; (Sun, Wang, Zhang, & Zheng, 2018)

$$f(x) = w^T \varphi(x) + b \qquad (1)$$

(1) numaralı denklemde; $\varphi(x)$ doğrusal olmayan haritalama fonksiyonunu, $f(x)$ tahmin değeri, w^T ve b ağırlıkları simgelemektedir.

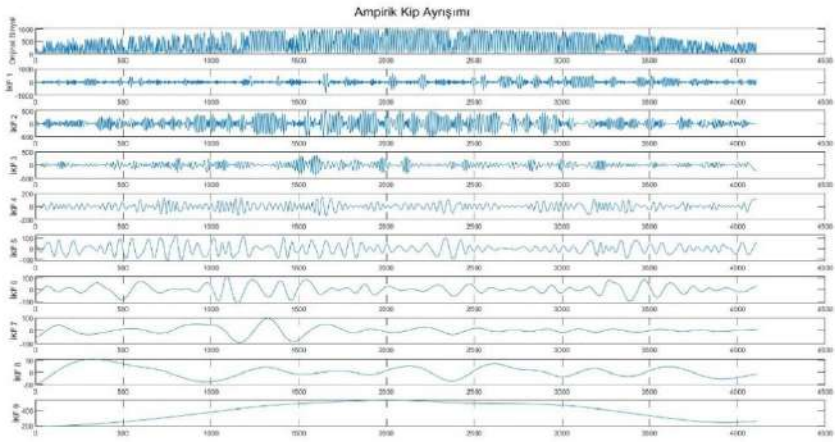
3. Deneysel Çalışmalar

Güneş ışınım şiddeti verilerinin analizi ve tahmini için kullanılan AKA/EKK-DVM hibrit yönteminin uygulanabilirliğini ve performansını incelemek amacıyla Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde bulunan ölçüm istasyonundan 1 Ocak 2013 ile 31 Aralık 2013 tarihleri arasında toplanmış olan güneş ışınım verileri kullanılmıştır. Toplam 365 gün için toplanmış olan saatlik 8760 güneş ışınım gözlem verisinden güneş ışınım değeri sıfır olan değerler çıkartılıp, 4010 gözlem verisi modellerin eğitimi için kullanılmış, kalan 9 gözlem verisi ise test için ayrılmıştır.

AKA / EKK-DVM hibrit yönteminin performansı (2) numaralı denklemde verilen Ortalama Hata Kare Kökü (Root Mean Square Error-RMSE) istatiksel ölçütü kullanılarak değerlendirilmiştir. RMSE, modelin tahmin değerleri ve gerçek değerler arasındaki hatayı belirlemek için kullanılmaktadır.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (Tahmin_i - Gerçek_i)^2}{N}} \qquad (2)$$

Güneş ışınım şiddeti verilerinin tahminini gerçekleştirebilmek amacıyla ilk olarak Ayrıştırma - Birleştirme öğrenme yaklaşımının ilk adımı olan "Ayrıştırma" işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem için 4019 güneş ışınımı gözlem verisi Ampirik kip ayrışımı ayrıştırma algoritması kullanılarak kendisini oluşturan 9 İçsel kip fonksiyonuna (İKF) ve artık bileşene ayrıştırılmıştır.



Şekil 3: Ampirik Kip Ayrışımı sonucunda oluşan İçsel Kip Fonksiyonları (İKF) ve artık bileşen

Şekil 3'te verilen AKA sonucunda oluşan İKF'ler incelendiğinde ilk oluşan İKF'lerin yüksek frekans bilgileri içerdiği, buna karşın son oluşan İKF'lerin ise düşük frekans bilgilerini içerdiği görülebilmektedir. Ayrıca daha az karmaşıklığa sahip olan İKF'lerin elde edilmesiyle orijinal sinyali modelleme gibi karmaşık bir problem, çözümü nispeten daha kolay problemlere indirgenmiştir.

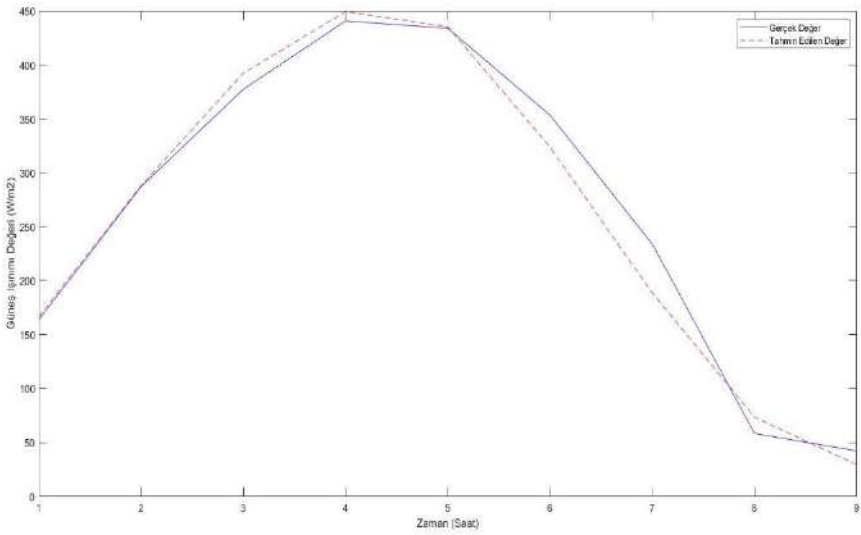
AKA ile bileşenlerine ayrıştırma işlemi sonrasında Şekil 2'de gösterilen öğrenme yaklaşımının ikinci adımı olan "Bireysel Tahmin" için her bir İKF, EKK-DVR yöntemi kullanılarak ayrı ayrı modellenmiş ve bireysel tahmin sonuçları elde edilmiştir. Modelleme için her İKF'ye ait 4010 güneş ışınımı gözlem verisi eğitim için kullanılmış, kalan 9 gözlem verisi ise test için ayrılmış ve eğitim sürecine dahil edilmemiştir. EKK-DVR kullanılarak gerçekleştirilen bileşen modellenmelerinde kullanılan gama ve sigma değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: EKK-DVR yönteminde kullanılan beta ve sigma paremetre değerleri

IKF	Gama 'γ'	Sigma 'σ'
1	0,30	0,362
2	6	0,0088
3	200000	10,2
4	6000	2,7
5	15000	5
6	70000	7
7	200	0,004
8	80000	0,009

9	100000	0,5

Bileşenlerin modellemelerinde haritalama fonksiyonu olarak Gaussian RBF kullanılmıştır. İlgili parametre girdi ve seçim işlemleri yapılarak eğitilen bileşenlerden elde edilen tahmin sonuçları toplanarak 1 günlük nihai tahmin sonucuna ulaşılmıştır. Böylece öğrenme yaklaşımının son aşaması olan "Birleştirme" adımı da tamamlanmıştır. Şekil 4'de Afyon güneş ışınımı verilerinin analizini gerçekleştirmek üzere uygulanan AKA / EKK-DVM hibrit yöntemine ait tahmin ve gerçek değer karşılaştırmaları grafiksel olarak, Tablo 2'de ise sayısal olarak verilmiştir.



Şekil 4: AKA / EKK-DVM hibrit yöntemi ile elde edilen tahmin ve gerçek değerlerin grafiksel olarak karşılaştırılması

Tablo 2: AKA / EKK-DVM hibrit yöntemi ile elde edilen tahmin ve gerçek değerlerin sayısal olarak karşılaştırılması

Gerçek Değer (W/m^2)	Tahmin Edilen Değer (W/m^2)
163,5967	166,176
287,3333	288,2991
377,3767	392,2654
440,6933	449,3349
433,95	435,4038
353,5083	323,9707
234,1567	188,6967
58,3683	73,4331

Elde edilen gerçek değerler ve tahmin değerleri kullanılarak hesaplanan RMSE hata ölçütü değeri 20,0941 W/m^2 olarak bulunmuştur. Yüksek tahmin doğruluğu için RMSE değerinin sıfıra yakın olması istenmektedir. Sonuçlar incelendiğinde ilk saatlere ait tahminlerin gerçek değerlere oldukça yakın olduğu, son saatlere doğru ise doğruluğun düştüğü gözlenmektedir. Bunun sebebi olarak tahminlenmek istenen saatlik veri noktasının uzaklaşmasıyla doğru orantılı olarak artan tahminleme zorluğu gösterilebilir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, temeli makine öğrenmesi yöntemlerine dayanan AKA / EKK-DVM hibrit yöntemi kullanılarak 1 günlük Afyon güneş ışınımı verileri saatlik olarak tahmin edilmiş ve yöntemin başarı oranı, uygulanabilirliği incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ölçüm istasyonundan 2013 yılına ait saatlik olarak toplanmış veriler kullanılmıştır. Ayrıştırma-Birleştirme öğrenme yaklaşımına sahip olan hibrit yöntem ile birlikte güneş ışınımı verileri gibi doğrusal ve durağan olmayan zaman serilerinin daha anlaşılır bileşenlere ayrıştırılması sağlanmıştır. Ayrıştırma algoritması olarak AKA tercih edilmiş ve güneş ışınımı verileri kendisini oluşturan İKF'lere ve artık bileşene ayrıştırılmıştır. Bileşenlerin bireysel modellemeleri ve tahminlerinde ise EKK-DVM yöntemi kullanılmıştır. Her bileşene ait saatlik tahmin değerleri toplanarak nihai tahmin sonucuna ulaşılmıştır. Deneysel çalışma sonuçları AKA / EKK-DVM hibrit yönteminin güneş ışınımı verilerinin tahmininde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

5. Kaynakça

Elbi, M. D., & Kizilkaya, A. (2012). Görgül kip ayriştirma kullanarak alçak frekansli işaretlerde gürültü yok etme. *2012 20th Signal Processing and Communications Applications Conference, SIU 2012, Proceedings*. https://doi.org/10.1109/SIU.2012.6204684

He, K., Lai, K., Science, J. Y.-P. C., & 2010, undefined. (n.d.). A hybrid slantlet denoising least squares support vector regression model for exchange rate prediction. *Elsevier*. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050910002711

Huang, N. E., Shen, Z., Long, S. R., Wu, M. C., Snin, H. H., Zheng, Q., … Liu,

H. H. (1998). The empirical mode decomposition and the Hubert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, *454*(1971), 903–995. https://doi.org/10.1098/rspa.1998.0193

Li, S., & Fang, H. (2014). An EMD-based long-term LSSVR for machine condition prognostics. *Proceedings of the 33rd Chinese Control Conference, CCC 2014*, 5133–5138. https://doi.org/10.1109/ChiCC.2014.6895814

Lin, C. S., Chiu, S. H., & Lin, T. Y. (2012). Empirical mode decomposition-based least squares support vector regression for foreign exchange rate forecasting. *Economic Modelling*, *29*(6), 2583–2590. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.07.018

Liu, Z., Wang, X., Zhang, Q., & Huang, C. (2019). Empirical mode decomposition based hybrid ensemble model for electrical energy consumption forecasting of the cement grinding process. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, *138*, 314–324. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.02.062

Lu, W., Wang, W., Leung, A., … S. L.-P. of the, & 2002, undefined. (n.d.). Air pollutant parameter forecasting using support vector machines. *Ieeexplore.Ieee.Org*. Retrieved from https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1005545/

Shaowu, D., Qiangqiang, C., & Hongde, D. (2019). Prediction of exhaust gas temperature margin based on LSSVR. *Chinese Control Conference, CCC*, *2019-July*, 6808–6812. https://doi.org/10.23919/ChiCC.2019.8866175

Sun, S., Wang, S., Zhang, G., & Zheng, J. (2018). A decomposition-clustering-ensemble learning approach for solar radiation forecasting. *Solar Energy*, *163*, 189–199. https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.02.006

Suykens, J. A. K., Van Gestel, T., Brabanter, J. De, Moor, B. De, & Vandewalle, J. (2002). *Least Squares Support Vector Machines. World Scientific, Singapore*. Singapore: World Scientific Pub. Co.

Vapnik, V. (2013). *The nature of statistical learning theory*. Retrieved from https://books.google.com/books?hl=tr&lr=&id=EqgACAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&ots=g3K0ht9Z30&sig=lgal20vUwaqH_iodCW1CS5vZ_nU

Yu, L., Wang, S., & Lai, K. K. (2008). Forecasting crude oil price with an EMD-based neural network ensemble learning paradigm. *Energy Economics*, *30*(5), 2623–2635. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.05.003

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

AN ANALYSIS FOR FEATURE SELECTION ON HOURLY ELECTRICITY LOAD FORECASTING

Emre Akarslan & Fatih Onur Hocaoglu
Electrical Engineering Department of Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, Turkey, Solar and Wind Research and Application Center of Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, Turkey
e.akarslan@gmail.com, fohocaoglu@gmail.com

Abstract— The increasing energy needs get more importance to different energy sources. The increase in the diversity of energy resources has mandated the proper management. Prediction of the load demand is an important part of the energy management issue. The accuracy of a prediction model is directly related to features used in the model as inputs. Therefore, feature selection is a way to increase prediction performance. In this study, hourly load demand of main campus area of Afyon Kocatepe University is used. The season, month, day and hour of the consumption are considered as inputs besides the past consumption value. The impact of the features on load forecasting accuracy is investigated based on artificial neural network. The analysis show that hour and day of the consumption features carry more information than season and month.
Keywords: Load forecasting, Artificial neural network, Feature selection.

INTRODUCTION

Developments on smart grids give opportunity for integration of the different sources to grid. At the same time, this has made it necessary to manage the resources included in the system. To manage the system, both the generation and the demand sides should be considered. In the demand side, the consumption to be realized in the near future should be predicted accurately. To predict the behavior of the demand, it must be modelled. In modelling, to evaluate the load characteristic, some auxiliary features can be used. However, the stronger relation between the feature and output to be predicted, provides better accuracy. There are a lot of studies on load forecasting in the literature as mentioned below.

Reference [1] propose a short-term electricity consumption forecasting model based on Long- Short-Term-Memory (LSTM) network. A real dataset is used for experiments and month ahead prediction is performed. The results illustrate that over than 80 % prediction accuracy is obtained. Reference [2] present a case study which uses a model based on artificial neural network for short term load forecasting. Some features such as past sample of consumption, temperature etc. are used and a feature selection

procedure is performed. Furthermore, the effects of different normalization techniques on prediction accuracy are investigated. Reference [3] use a linear correlation coefficient approach for electrical load forecasting. In the method, a correlation factor is calculated and then to filtering the relevant samples, its absolute value is used. A linear fit algorithm is used to estimate the candidate values and they are weighted. The experiments show that comparable performance according to ANN can be obtained. In [4] an algorithm of BP neural network optimized by genetic algorithm (GA-BP) for heat load forecasting is presented. In the study, to predict the heat load, daily average wind speed and temperature, date type, sunshine duration are used as features. The experiments show that, the performance of the GA-BP is better than the BP neural network. In [5] the use of extreme learning machine to determine relevant features to predict short term power load is proposed. The data obtained from two houses used and it is seen that the selection of proper features decrease the computational complexity, memory, equipment and communication costs, while increase the prediction accuracy. Reference [6] compare the load forecasting performance of Feed-forward Deep Neural Network (FF-DNN) with the Recurrent Deep Neural Network (R-DNN) models. A real data set is used in the study in period of four years and a feature selection procedure also performed. The results illustrate that to obtain better accuracy some features are important such as the holidays, weather, time, lagged load and data distribution over the consumption period on load forecasting. In [7] the effects of temperature, due temperature, wind and humidity data on load forecasting based on ANN is investigated. Electric load data belong to Northern Cairo is used in the study and experimental results show that the proposed approach which includes feature selection and optimization of ANN, decrease the prediction error rate. Reference [8] propose a new feature selection approach to predict load and price of an electrical power system. A hybrid filter-wrapper approach is used in the study. The filter uses to select most informative features while wrapper part fine-tunes the settings of the composite filter. The experimental results with real data belong to Spanish electricity markets and a New York electric utility show that proposed method is effective and it can be used for the forecast of different data. In [9] a model based on extreme learning machine for short term load forecasting is proposed. In the model, a wavelet-based ensemble scheme is carried out to generate the individual ELM-based forecasters firstly. Then a hybrid neural network is used to improve the accuracy and a feature selection procedure based on the conditional mutual information is performed. The results show that the proposed approach provides higher accuracy. In [10], adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS) is used

for hourly load forecasting. The real load data collected from Cay Vocational High School is used in the study and the performance of the ANFIS on load forecasting is investigated. The results show that ANFIS a good approach for short term load forecasting.

In this paper, the impacts of the different parameters on load forecasting is investigated by using artificial neural network. Five features include past samples of load, season, month, day and hour of the consumption features are used. To investigate the effect of the parameters, firstly a suitable model on ANN is determined. Then each parameter is removed from the prediction environment and the model get run with the other parameters. By this way it is aimed to investigate the contribution of each parameter on the accuracy of the prediction. The features that adversely affect the result are determined as most important features.

THE CHARACTERISTIC OF HOURLY MEASURED LOAD DATA

In this study, the hourly electricity load demand data collected from main campus area of Afyon Kocatepe University are studied. The data are collected from the beginnings of 2015 till the end of 2017. The variation of the electricity load demand data belongs to 2015 is given in Fig. 1. This data is used at the training phase and the rest of the data (belong to 2016 and 2017) is used at the test phase of neural network. The last seven months data belong to 2016 are removed from data set due to measurement error. Furthermore, season, month, day and hour information of the consumption time are used as inputs of the model. The season, spring, summer, fall and winter are represented with the numbers “1, 2, 3, 4”, respectively while modeling. For month, January is represented with number 1 while number 12 is used for December. For the day, the first day of the month is represented with number 1 while the second day is represented with number 2 and so on. By this way the model is constructed.

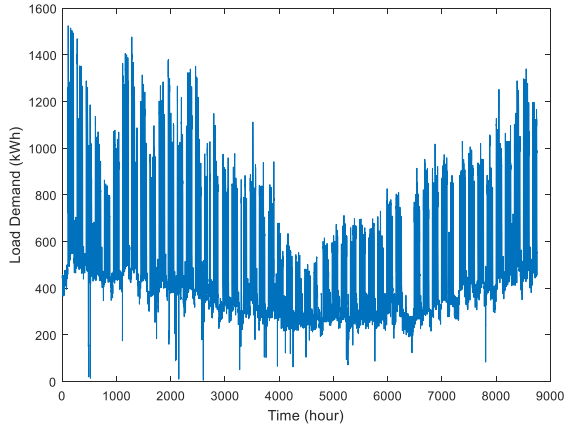


Fig. 1. The variation of the electricity load demand data (belong to 2015)

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

In this study Artificial Neural Network (ANN) is employed to analyze the impact of the features on load forecasting. ANN is a method which is developed by imitating the working principle of the human brain (Fig 2). ANN is traditionally consisting of an input layer, an output layer and one or more hidden layers. Each layer includes several numbers of neurons and each neuron is connected to other neurons of the next layer. Data move from the input layer, moves through hidden layers, and leaves from the output layer [11]. An activation function is used to limit the output of a neuron and it makes the ANN very suitable to be use for different fields. Different ANN models can be built by using different optimization algorithms, different number of hidden layers, different number of neurons, etc. While data are fed through the network in feed-forward process, error is propagated through to back in back propagation. The weight and bias values are optimized with a training process which is finished when the desired accuracy is obtained [11].

In the training phase, the weights are updated in each iteration by using the following equation;

$$w_{ji}^{new} = w_{ji}^{old} - \eta \frac{\partial E}{\partial w_{ji}} \quad (1)$$

where w_{ji} represent the weight while η represent the learning rate [12]. E is the error and it can be calculated with (2).

$$E = \sum_{k=1}^{L} \sum_{j=1}^{q} \left(b_{kj} - z_{kj}\right)^2 \quad (2)$$

where b_{kj} and z_{kj} are the observation and the prediction values by the ANN, respectively.

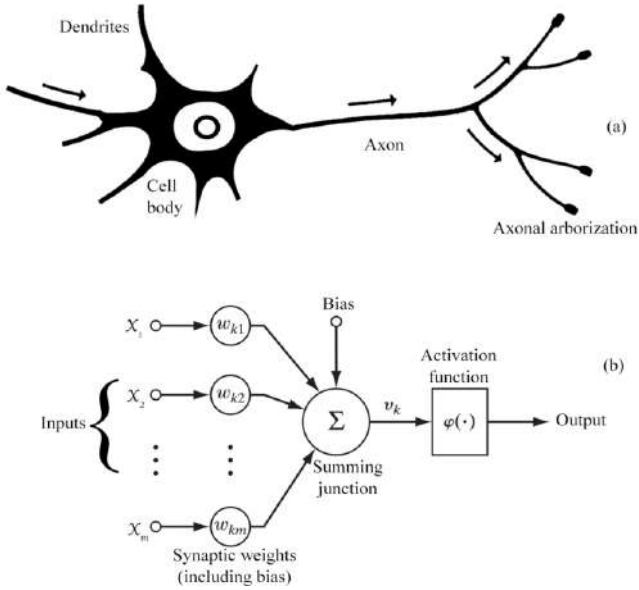


Fig. 2. Similarity between biological and artificial neural networks [13]

THE SIMULATION RESULTS

In this study, the ANN is used to analyze the impact of the features on hourly electricity load forecasting. Besides the past sample of load data, season, month, day and hour information of the consumption time are used as inputs of the ANN. To determine the impact of the features, a model which provide better accuracy is decided. Then each feature carrying time information removed from the model and the effect of that feature on the prediction accuracy is observed. By this way four different models are built. The root mean square error (RMSE) and mean bias error (MBE) criteria are used to determine the accuracy of the model by using following equations.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\left(\hat{I}(t) - I(t)\right)^2} \quad (3)$$

$$MBE = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\left(\hat{L}(t) - L(t)\right) \quad (4)$$

Same parameters are used in each model having two hidden layers. First hidden layer includes five neurons while the second has eight neurons. Tansig activation function is employed at both hidden layers and linear activation function is used at the output layer. The obtained results are illustrated in Table I.

Table I. The experimental results

Model No	Input Parameters	RMSE	MBE
1	Demand.-Season-Hour-Day	66.32	8.10
2	Demand-Season-Hour-Month	74.45	12.38
3	Demand-Season-Day-Month	71.63	1.24
4	Demand-Hour-Day-Month	67.52	9.25

In Model-1, month information is removed from dataset, while day information is removed from dataset in Model-2. The hour and season information removed from dataset in Model-3 and Model-4, respectively. When the results are analyzed, it can be seen that removing of day and hour information from the dataset led to a noticeable decrease on the accuracy of the prediction. However, in case of removing the season and month information from the dataset didn't cause a significant change on the performance of prediction. Based on these results, it can be said that, the day and hour information have more impact on prediction performance than the month and season information. Furthermore, the day information has more impact on prediction accuracy than the hour information and it can be evaluated that day information is more important than hour information for load forecasting. The correlation between measured and predicted load data obtained from the best model is illustrated in Fig. 3. As seen in this figure, the data points are around the diagonal axis and it is the sign of good prediction performance.

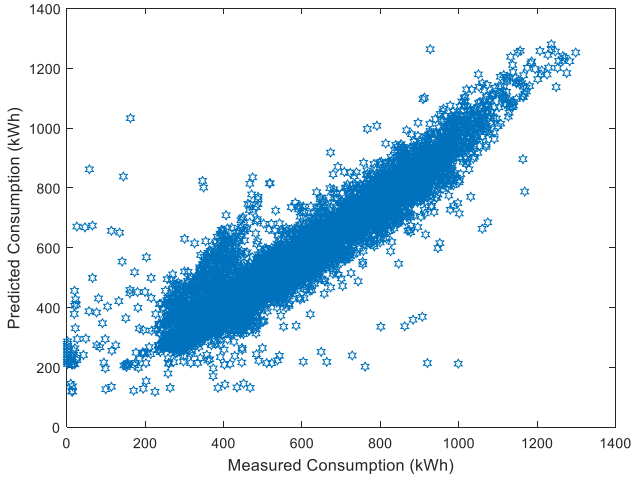


Fig. 3. The measured values via predicted values of consumption

CONCLUSION

In this study, the impact of some features on electricity load consumption prediction is analyzed. The data collected from the main campus area of Afyon Kocatepe University is used in the experiments. The season, month, day and hour information of the consumption are used as auxiliary features and the effects of these features on hourly load consumption prediction performance is investigated. For this aim, an ANN model is designed and this model is employed for all experiments. Each feature is removed from dataset, and the variation on prediction performance is observed. The feature that causes the most significant change in prediction performance is determined as the best feature. The results show that the day and hour information have more impact on prediction performance than the month and season information. As a future work, impact of more features on prediction performance will be evaluated.

ACKNOWLEDGEMENT

This study is supported by Afyon Kocatepe University Scientific Research Project Coordination Unit with a project that is numbered 18.KARIYER.207.

REFERENCES

[1] Kim N, Kim M, Choi JK. LSTM Based Short-term Electricity Consumption Forecast with Daily Load Profile Sequences. 2018 IEEE 7th Glob. Conf. Consum. Electron., IEEE; 2018, p. 136–7. doi:10.1109/GCCE.2018.8574484.

[2] Kwon B-S, Park R-J, Jo S-W, Song K-B. Analysis of Short-Term Load Forecasting Using Artificial Neural Network Algorithm According to Normalization and Selection of Input Data on Weekdays. 2018 IEEE PES Asia-Pacific Power Energy Eng. Conf., IEEE; 2018, p. 280–3. doi:10.1109/APPEEC.2018.8566293.

[3] Ming Y, Cao J. Electrical Load Prediction in Energy Internet via Linear Correlation Coefficient Approach. 2018 IEEE Int. Conf. Energy Internet, IEEE; 2018, p. 157–62. doi:10.1109/ICEI.2018.00036.

[4] Guo B, Cheng L, Xu J, Chen L. Prediction of the Heat Load in Central Heating Systems Using GA-BP Algorithm. 2017 Int. Conf. Comput. Network, Electron. Autom., IEEE; 2017, p. 441–5. doi:10.1109/ICCNEA.2017.90.

[5] Ertugrul OF, Sezgin N, Oztekin A, Tagluk ME. Determining relevant features in estimating short-term power load of a small house via feature selection by extreme learning machine. 2017 Int. Artif. Intell. Data Process. Symp., IEEE; 2017, p. 1–5. doi:10.1109/IDAP.2017.8090345.

[6] Din GMU, Marnerides AK. Short term power load forecasting using Deep Neural Networks. 2017 Int. Conf. Comput. Netw. Commun., IEEE; 2017, p. 594–8. doi:10.1109/ICCNC.2017.7876196.

[7] Eljazzar MM, Hemayed EE. Feature selection and optimization of artificial neural network for short term load forecasting. 2016 Eighteenth Int. Middle East Power Syst. Conf., IEEE; 2016, p. 827–31. doi:10.1109/MEPCON.2016.7836990.

[8] Abedinia O, Amjady N, Zareipour H. A New Feature Selection Technique for Load and Price Forecast of Electrical Power Systems. IEEE Trans Power Syst 2017;32:62–74. doi:10.1109/TPWRS.2016.2556620.

[9] Li S, Wang P, Goel L. A Novel Wavelet-Based Ensemble Method for Short-Term Load Forecasting with Hybrid Neural Networks and Feature Selection. IEEE Trans Power Syst 2016;31:1788–98. doi:10.1109/TPWRS.2015.2438322.

[10] Akarslan E, Hocaoglu FO. A novel short-term load forecasting approach using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System. 2018 6th Int. Istanbul Smart Grids Cities Congr. Fair, IEEE; 2018, p. 160–3. doi:10.1109/SGCF.2018.8408964.

[11] Akarslan E, Hocaoğlu FO, Ucun I. Classification of disc damage status by discovering knowledge from experimental data in marble cutting process. Proc Inst Mech Eng Part C J Mech Eng Sci 2017;231:2407–16. doi:10.1177/0954406216634748.

[12] İzgi E, Öztopal A, Yerli B, Kaymak MK, Şahin AD. Short–mid-term solar power prediction by using artificial neural networks. Sol Energy 2012;86:725–33. doi:10.1016/J.SOLENER.2011.11.013.

[13]https://www.researchgate.net/figure/Similarity-between-biological-and-artificial-neural-networks-Arbib-2003a-Haykin_fig2_326417061

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

UGANDA'NIN NET ELEKTRİK TÜKETİMİNİ TAHMİN ETMEK İÇİN ANFIS MODELİNİ OPTİMİZE EDECEK ŞEKİLDE PSO VE GENETİK ALGORİTMA KULLANMAK

Abdal Kasule[1] & Kürşat Ayan[2]

Sakarya Üniversitesi, abdal.kasule1@ogr.sakarya.edu.tr
İstanbul Medeniyet Üniversitesi, kursat.ayan@medeniyet.edu.tr

Abstract: To achieve the development goals in 2040 Uganda Vision, electricity as a form of modern and clean energy was identified as a driving force for all the sectors of the economy. To make this possible, the fundamental question of how much electricity is needed must be answered. In this study, we present an easy to interpret and accurate Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) long-term electricity forecasting model to forecast Uganda's electricity consumption. The ANFIS model takes population, gross domestic product, number of subscribers and average electricity price as input variables and electricity consumption as the output. We use particle swarm optimization (PSO) algorithm and genetic algorithm (GA) to optimize the parameters of the model. A forecast accuracy of 94.34% is achieved for GA-ANFIS, while 90.88% accuracy is achieved for PSO-ANFIS as compared to 87.79% for multivariate linear regression (MLR) model. Comparison with official forecasts made by Ministry of Energy and Mineral Development (MEMD) revealed low forecast errors.

Keywords: *Electricity consumption forecasting, Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, Genetic algorithm, Particle swarm optimization algorithm, Uganda.*

1. GİRİŞ

Uganda'da en çok kullanılan enerji kaynağı geleneksel biokütle (odun ve odun kömürü) olup bu kaynak kullanılan toplam enerji kaynağının %88,8'ini oluşturur. Bu enerji kaynağı hem ısınma hem de beslenme amaçlı olarak kırsalda ve kentlerde kullanılmaktadır. Ağırlıklı olarak hidroelektrik (%77,6), termal (%15,2) ve küspe (%7,2) (Uganda Bureau of Statistics (Uganda İstatistik Bürosu (UBOS)), İstatistik Özeti 2016) kullanılarak üretilen elektrik enerjisi, tüketilen toplam enerjinin sadece %1,7'sini oluşturmaktadır. Uganda nüfusunun %40'ı kentlerde ve %7'si kırsalda olmak üzere toplamda sadece %20'si elektrik kullanma imkânına sahip olup kişi başına düşen elektrik tüketimi 80 kWh'dir (MEMD[1], 2015). Uganda Vizyon 2040'da Uganda'nın 2040 yılında

[1] Uganda Enerji ve Mineral Kalkınma Bakanılığı (Uganda Ministry of Energy and Mineral Development)

41.738 MW'lık bir elektrik enerjisine ihtiyacı olacağı, böylece kişi başına elektrik tüketiminin 3.668 kWh'ye çıkacağı ve toplam nüfusun %80'lik kısmının elektrik enerjisi kullanacağı tahmin edilmektedir (NPA[2], 2010). Hâlihazırda ulusal şebeke sadece ülkenin kentsel ve yarı kentsel bölgelerini kapsamakla birlikte nüfusun %80'i kırsal alanlarda yaşamaktadır. Tahmin edilen hedeflere ulaşamadığından dolayı, Enerji Sektörü Yatırım Planı revize edilmiş ve 2015 Talep Tahmin Raporu (Demand Forecast Report (DFR)) yapılmıştır. DFR'nın amacı, karar vericilere Uganda'nın elektrik sektöründe planlama ve yatırım konusunda bilinçli kararlar vermek için alternatifler sunmaktır. Hükümetin elektrik üretimini ve elektrik enerjisine erişimi iyileştirme çabalarına rağmen, DFR'de tahmin edilen hedefler hala karşılanmamaktadır. Planlama amaçları için bu tahminler güvenilir değildir ve yanıltıcıdır. Şayet elektrik enerjisine erişim, Uganda için ülkenin hızlı büyüyen nüfusunun sosyo-ekonomik dönüşümü ve büyüme eğilimini sürdürmede itici güç olmaya devam edecekse, Uganda Vizyon 2040 ekonomik gelişme hedeflerine ulaşılması noktasında, karar vericilerin uygun planlama ve elektrik ücretlendirme politikalarına ve sübvansiyonlar gibi uygun politikalar geliştirmesine yardım edebilmesi için, elektrik tüketim tahminleri daha az hata ile gerçekleştirilmelidir. Bu çalışmanın amacı Uganda'nın elektrik tüketimini ANFIS yaklaşımlarını kullanarak düşük tahmin hatalarıyla modellemek ve tahmin etmektir. ANFIS modelinin parametrelerini optimize etmek için ise parçacık sürü optimizasyon (PSO) algoritması ile GA birlikte kullanılmıştır. Bu çalışma şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümünde, kaynak araştırması tarif edilmiştir. Üçüncü bölümünde yöntemler ve gereçler sunuyoruz. Dördüncü bölümünde ANFIS modeli kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları verilmiştir. Beşinci bölümünde ise sonuçlar ve öneriler sunulmuştur.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

ANFIS, kontrol sistemleri, görüntü işleme, zaman serileri tahmini ve yük tahmini gibi birçok alanda kullanılmaktadır. [1] eksiltici kümeleme tekniğini GA ile hibritleyerek ANFIS'i geliştirmiş ve İran'ın sanayi sektörünün elektrik tüketimini tahmin etmek için

[2] National Planning Authority

uygulamıştır. GA, minimum sayıda kural ve hatayı garantileyen küme yarıçapının optimum değerini bulmak için kullanılmıştır. Hem doğruluk hem de kural sayısı için, hibrit yaklaşım, gird bölümleme, bulanık c-araçları ve eksiltici kümelenmeye dayalı geleneksel ANFIS'den daha iyi performans göstermiştir. 1995'ten 2005'e kadar İran'daki aylık elektrik tüketim verisini kullanarak elektrik tüketimini tahmin etmek için hibritleştirilmiş bir ANFIS, bilgisayar simülasyonu ve zaman serileri algoritması [2] tarafından kullanılmıştır. Elektrik dağıtım şebekesine bağlı müşteri sayısı, sıcaklık ve yağmur yağışı, elektrik yük zaman serilerini tahmin edecek şekilde, mevsimsel autoregresif entegre hareketli ortalama (SARIMAX) ve ANFIS modelleri için harici değişkenler olarak kullanılmıştır [3]. Zaman serileri aylık verileri kullanarak orta dönem elektrik yük tahminini çözümlemek için ANFIS tabanlı bir model, [4] tarafından sunulmuştur. Sonuçların Autoregresif (Autoregressive (AR) ve ARMA modelleriyle mukayese edilmesi neticesinde, ANFIS modelinin sonuçlarının AR ve ARMA modellerinden daha iyi olduğu gösterilmiştir. [5] yük tahmini için hava durumu verilerini kullanarak Doğrusal Regresyon (DR), YSA ve ANFIS modellerini geliştirip karşılaştırmışlar ve ANFIS modelinin daha doğru sonuçlar verdiğini bulunmuşladır. [6]'da Kanada'nın Ontario eyaletine ait 1976-2005 yılındaki verileri kullanarak elektrik talebini modellemek için ANFIS'i kullanmışlardır. Bu modelin girdileri, nüfus, GSYİH, istihdam sayısı, konut sayımı, günün en sıcak ve en soğuk dereceleriydi. Sonuçlar, istihdamın elektrik talebini en çok etkileyen parametre olduğunu göstermiştir. [7]'de nüfus, GSYİH, Gayri Safi Milli Gelir (GSMG), ithalat ve ihracat verilerini kullanarak Hindistan'ın elektrik talebini modellemek ve tahmin etmek için ANFIS kullanmışlardır. [8]'de bulanık mantık ve ANFIS kullanarak kısa dönem yük tahmin modelleri geliştirmişlerdir. Bu araştırmacılar, giriş değişkenleri olarak tarihsel yük, sıcaklık ve mevsimi kullanmışlardır. ANFIS modelinin kestirim yeteneği, [9] tarafından gösterilmiş olup, Tayvan'daki bölgesel elektrik yüklerine uygulanırmıştır. Gelecekteki birkaç yıl için enerji tüketimini tahmin edecek şekilde yük tahmini için tarihsel enerji verilerini kullanarak bir sinirsel-bulanık yöntem sunmuşlardır [10]. Ürdün sanayi sektörünün elektrik tüketimi, çok değişkenli DR ve sinirsel-bulanık yöntemler kullanılarak modellenmiş ve tahmin edilmiştir [11]. Bu

yöntemlerde kullanılan değişkenler, elektrik tarifeleri, akaryakıt fiyatları, üretim çıktıları, kapasite kullanımları, işyeri sayısı, çalışan sayısı ve yapısal etkilerdir.

3. YÖNTEMLER VE GEREÇLER

Amacımız, sosyo-ekonomik değişkenleri kullanarak Uganda'nın elektrik tüketimi için doğru bir ANFIS tahmin modeli elde etmek ve onu kolaylıkla yorumlayacak şekilde modellemektir. Bu çalışmada eğitim algoritması için amaç fonksiyonu olarak (1) denklemi ile verilen SSE kullanılmıştır.

$$\min f = \sum(Y_i^{actual} - Y_i^{predicted})^2 \quad (1)$$

Burada Y_i^{actual} gözlenen tüketim ve $Y_i^{predicted}$ gözlemlenen dönem için belirli bir tahmin modelini kullanarak hesaplanan tüketimdir.

3.1 Veri Seti

Elektrik tüketimi hava, sosyo-ekonomik ve demografik faktörler gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Hava faktörleri normalde kısa dönem elektrik tüketimini etkilerken, sosyo-ekonomik ve demografik faktörler uzun dönem elektrik tüketimini etkilemektedir. Bu çalışmada sosyo-ekonomik faktörleri bağımsız değişkenler olarak kullanıyoruz. Bu çalışmada kullanılan bağımsız değişkenlerin seçimi, verilerin kullanılabilirliğine bağlıdır. Örneğin, elektrik tüketimi, ihracat ve ithalata kıyasla kentleşme oranı ve enerji tüketimi yapısından daha fazla etkilendiğinden, Uganda için kentleşme ve enerji tüketim yapısı verileri mevcut veri kaynaklarından kolayca elde edilememektedir. Veri kaynaklarından elde edebildiğimiz veriler, nüfus, GSYİH, Uganda'nın toplam ihracat ve ithalatı, abone sayısı ve elektrik fiyatları idi. Dolayısıyla bu çalışmada, 1990 dan 2016'ya kadarki veri seti, bağımlı değişken olarak elektrik tüketimine ait tarihsel veri ve bağımsız değişkenler olarak ise ortalama elektrik fiyatı, elektrik abonelerinin/müşterilerinin (konut, ticari ve endüstriyel müşteriler) toplam sayısı, ithalat, ihracat, nüfus ve GSYİH gibi sosyo-ekonomik

faktörlerden oluşmuştur. Nüfus[3] ve GSYİH[4] verileri dünya bankası nüfusu ve GSYİH veri API'larından (Application Programming Interfaces (API)) elde edildi. Elektrik tüketimi, ihracat, ithalat, abone sayısı ve elektrik fiyatlarına ilişkin veriler ise, Planlama ve Ekonomik Kalkınma Bakanlığı'nın 1997 istatistik özetinden, 2002'den 2016'ya kadar UBOS[5] istatistik raporlarından ve Uganda'nın ERA'dan[6] alınmıştır.

3.2 Uzun Süreli Elektrik Tüketimi Tahmini İçin ANFIS Modeli

Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS), sinir ağları ile bulanık sistemlerin birleşimidir. Bulanık sistem bileşeni üyelik fonksiyonlarını tanımlarken sinir ağı bileşeni, bulanık kuralları sayısal verilerden otomatik olarak çıkarmak ve üyelik fonksiyonunun parametrelerini bir öğrenme süreciyle uyumlu bir şekilde ayarlamak için kullanılır. ANFIS, Jang tarafından 1993 yılında, uygun üyelik fonksiyonları aracılığıyla girdi ile çıktı uzayını eşleştirmek maksadıyla, "IF-THEN" kuralları oluşturacak bir temel olarak sunulmuştur[12]. ANFIS, bulanık "IF-THEN" kurallarını kullanarak, giriş uzayından (bağımsız değişkenler), çıktı alanına (net elektrik tüketimi) doğrusal olmayan bir eşleştirmeyi gösterir. Her kural, eşleştirmenin yerel davranışını tarif eder. Sugeno bulanık modelinde temel bir bulanık kural aşağıdaki gibi gösterilir.

$$IF\ X_1 is\ a_1 and\ X_2\ is\ a_2\ and\ X_3\ is\ a_3\ and\ X_4\ is\ a_4\ THEN\ Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4),$$

Burada X_1, X_2, X_3 ve X_4, önceki girişlerde (etkili değişkenler) bulanık kümeler olup Y, çıkışı (elektrik tüketimi) temsil eden kesin bir fonksiyondur. ANFIS'teki girişler ve çıkışlar üyelik fonksiyonları ile gösterilir. Üyelik fonksiyonlarının türü ve sayısı, giriş ve çıkışların sayısı ve kuralların sayısı, bir öğrenme süreci ile optimize edilecek parametrelerin sayısını belirler. ANFIS kural tabanındaki kuralların sayısına, her giriş için giriş uzayını bölecek şekilde üyelik fonksiyonlarının sayısı karar verir. Ayrıca, her üyelik

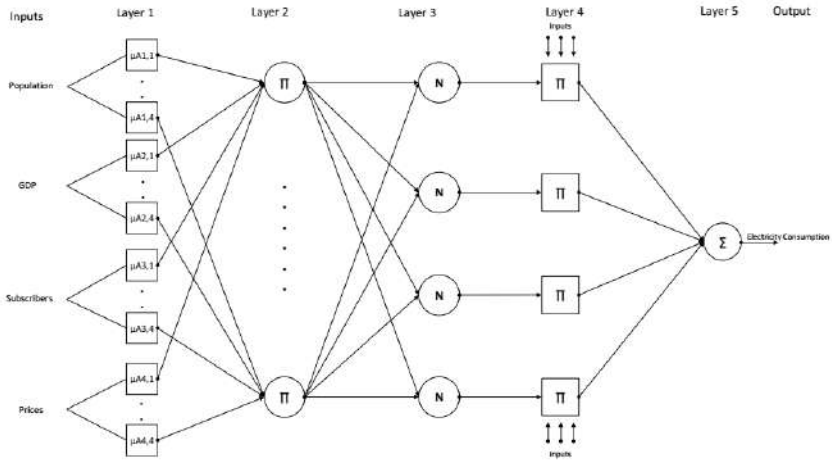
[3] http://api.worldbank.org/v2/en/indicator/SP.POP.TOTL?downloadformat=excel erişim tarihi 12-Eylül-2017

[4] http://api.worldbank.org/v2/en/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?downloadformat=excel erişim tarihi 12-Eylül-2017

[5] http://www.ubos.org/publications/statistical-abstract erişim tarihi 10-Eylül-2017

[6] http://www.era.or.ug/index.php/statistics-tariffs/tariffs, erişim tarihi 10-Eylül-2017

fonksiyonundaki parametre sayısı da bu parametrelerin öğrenme maliyetini belirler. Bu çalışmada kullanılan dört girişli ve bir çıkışlı ANFIS modeli (yapısı) Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Dört girişli ve bir çıkışlı ANFIS yapısı

Birinci katmanda, girdilerimiz ve μA (x) üyelik fonksiyonlarımız vardır. Bu katmandaki düğümler uyarlanabilirdir, yani, eğitim sırasında parametreler değiştirilir. Her düğümün çıkışları, üyelik fonksiyonlarının hesaplanmasının bir sonucu olan $O_{1,i} = \mu A_i(x)$ biçimindedir.

Üçgen (Triangular) fonksiyonun üç, testere dişi (trapezoidal) fonksiyonun dört parametresine karşılık, Gauss fonksiyonunun ayarlayabileceğimiz sadece iki parametresi vardır. [13] çeşitli sınıflandırma problemlerini çözerken özellikle de, ANFIS'in performansı üzerinde sıkça kullanılan dört üyelik fonksiyonunu incelemiş ve Gauss üyelik fonksiyonunun, benzerlerine kıyasla daha az hesaplama karmaşıklığı ile daha yüksek bir doğruluk derecesi göstermiş olduğu sonucuna varmıştır. Giriş üyelik fonksiyonları için (2) denklemi ile verilen Gauss fonksiyonunu kullanıyoruz.

$$\mu A(x_i) = \exp\{\frac{-(x_i - c_i)^2}{2{\sigma_i}^2}\} \quad (2)$$

Burada c_i ve σ_i öncül parametreler olarak adlandırılır. Bu parametreler optimal bir ANFIS durumu elde etmek için bir öğrenme süreci üzerinden ayarlanır. İkinci katmanda kurallar oluşturulur. İkinci katmanın çıkışı, X_1, X_2, X_3 ve X_4 girişler olmak üzere her bir kuralın w_i ateşleme gücüdür.

$$O_{2,i} = w_i = \mu A_i(X_1)\mu B_i(X_2)\mu C_i(X_3)\mu D_i(X_4), i = 1,2,3,4. \quad (3)$$

Üçüncü katmanda, her bir kuralın ateşleme gücü, (4) denklemi kullanılarak normalleştirilir.

$$O_{3,i} = \overline{w_i} = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^{4} w_i} \quad (4)$$

Bir sonraki katman çıktı üyelik fonksiyonlarını tanımlar. Bu çalışmada, üyelik fonksiyonları olarak (5) denkleminde gösterilen doğrusal fonksiyonları kullanan Sugeno bulanık modeli kullanılmıştır.

$$f_i = p_i x_1 + q_i x_2 + r_i x_3 + s_i x_4 + t_i, i = 1,2,3,4. \quad (5)$$

Burada x_i girişler olup p_i, q_i, r_i, s_i, t_i sonuç parametreleri olarak adlandırılır. Birinci katmandaki öncül parametreler gibi, sonuç parametreleri de optimal bir ANFIS elde etmek için bir öğrenme süreci üzerinden ayarlanır. Her bir kuralın normalize ateşleme gücü (6) denkleminde gösterildiği gibi her bir kuralın çıktısını alacak şekilde ona karşılık gelen çıkış üyelik fonksiyonuna uygulanır.

$$O_{4,i} = \overline{w_i} f_i = \overline{w_i}(p_i x_1 + q_i x_2 + r_i x_3 + s_i x_4 + t_i), i = 1,2,3,4. \quad (6)$$

Beşinci katmanın son çıkışı, ateşleme güçleri ve çıkış üyelik fonksiyonlarından gelen tüm sinyallerin toplamından oluşur. Denklem (7) toplamanın nasıl yapıldığını göstermektedir.

$$O_{5,i} = \sum \overline{w_i} f_i = \sum_{i=1}^{4} \overline{w_i}(p_i x_1 + q_i x_2 + r_i x_3 + s_i x_4 + t_i) \quad (7)$$

Sınırlı sayıda veriye sahip olduğumuzdan dolayı, girdilerin üyelik fonksiyonları optimize edilecek birçok öncül parametreye sahip olmadığı için Gauss fonksiyonunu tercih ediyoruz. Daha fazla parametreyi optimize etmek için daha fazla veriye ihtiyacımız vardır. [13] çeşitli sınıflandırma problemlerini çözerken özellikle de, ANFIS'in performansı üzerinde sıkça kullanılan dört üyelik fonksiyonunu incelemiş ve Gauss üyelik fonksiyonunun,

benzerlerine kıyasla daha az hesaplama karmaşıklığı ile daha yüksek bir doğruluk derecesi göstermiş olduğu sonucuna varmıştır. Amacımız, sosyo-ekonomik değişkenleri kullanarak Uganda'nın elektrik tüketimi için doğru bir ANFIS tahmin modeli elde etmek ve onu kolaylıkla yorumlayacak şekilde modellemektir. ANFIS'in yorumlanabilirliği yapısıyla alakalıdır. Bu nedenle bir ANFIS yöntemini kolayca yorumlamak için "IF-THEN" kurallarının sayısı ile yapısına ve giriş değişkenlerinin sayısına bakarız. Diğer bir deyişle, daha az sayıda kural sayısı ve daha az sayıda giriş değişkeni olduğunda, ANFIS modelini yorumlamak daha kolay olacaktır. Diğer taraftan doğruluk, bir ANFIS yönteminin, modellenmiş sistemi ne kadarlık bir doğruluk ile tahmin edebileceği ile alakalıdır. Doğruluk genellikle yüzde olarak ölçülür [14]. Yüzde ne kadar yüksek olursa ANFIS yöntemi de o kadar doğrudur. Uzun dönem elektrik tahmini için oluşturulan ANFIS yöntemi.

3.2.1 PSO ve GA ile ANFIS Eğitimi

PSO-ANFIS ve GA-ANFIS modellerinde, ANFIS, optimizasyon problemine potansiyel bir çözüm sunan parçacık veya birey olarak gözönüne alınır. ANFIS'in öncül ve sonuç parametreleri problemin boyutlarıdır.

1. Veri setini yükle
2. Temel FIS'ı oluştur
FIS parametrelerini ayarla
3. FIS Eğitimi
Algoritma seç (PSO veya GA)
4. Eğitimli ANFIS
5. Test veri setini kullanarak eğitimli ANFIS'ı test et
6. Tahmin veri setini kullanarak tahminler yap

Şekil 2. Ana prosedürün sözde kodu

Bir öğrenme algoritması ile eğitim süreci, üyelik fonksiyonlarının parametrelerini, girişleri çıkışlara eşleştirecek şekilde ayarlar. Bu çalışmada, Şekil 2.'de gösterilmiş olan ANFIS modelinin giriş ve çıkış üyelik fonksiyon parametrelerini ayarlamak için PSO algoritmasını ve GA'yı kullanıyoruz. Modeli eğitmek için ana prosedürün sözde kodu Şekil 2'de gösterilmiştir.

Problemin boyutu, ayarlanacak olan parametrelerin sayısıdır. Tüm veri seti, 0,7/0,3 oranında rastgele bir şekilde bir eğitim ve bir test veri setine bölünmüştür. PSO ve GA parametreleri, popülasyon büyüklüğü = 100, maksimum iterasyon sayısı = 1000, alt ve üst sınır aralığı [-10, 10], $c_1 = c_2 = 2{,}1$, çaprazlama oranı = 0,7 ve mutasyon oranı = 0,15 olacak şekilde belirlenmiştir. Durdurma kriteri maksimum iterasyon sayısı olarak alınmıştır.

3.3 Modellerin Tahmin Yeteneğini Değerlendirmesi

PSO-ANFIS ve GA-ANFIS modellerin tahmin yeteneğini değerlendirmek için MAPE ve RMSE kullanılmıştır. MAPE, gözlemlenen ve tahmin edilen değerler arasındaki ortalama mutlak yüzde hatasını ölçer. RMSE, gözlemlenen ve tahmin edilen değerler arasındaki ortalama karesel hatanın ölçüsünü verir. MAPE ve RMSE'nin küçük değerleri iyi bir modeli gösterir, yani MAPE ve RMSE'nin değerleri ne kadar düşükse, tahmin etme yeteneği o kadar iyidir. MAPE ve RMSE değerleri aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanır.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum(Y_i^{actual} - Y_i^{predicted})^2} \quad (8)$$

$$MAPE = \frac{1}{N}\sum \left| \frac{Y_i^{actual} - Y_i^{predicted})}{Y_i^{observed}} \right| * 100 \quad (9)$$

denklemlerindeki N gözlem sayısı, Y_i^{actual} gözlemlenen elektrik tüketimi ve $Y_i^{predicted}$ tahmini elektrik tüketimidir. Eğitilmiş ANFIS modeli, öngörülen giriş değişkenlerini kullanarak elektrik tüketimini tahmin etmek için kullanılır [15].

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Eğitim süreci birkaç kez gerçekleştirilmiş ve her defasında RMSE ve MAPE değerleri kaydedilmiştir. Burada amaç, en iyi, yani en düşük değerleri elde etmektir. Her iki algoritma için en iyi RMSE ve MAPE değerleri ise Tablo 1'de gösterilmiştir. Tahmin sonuçlarımızı geleneksel istatistik yöntemlerle karşılaştırmak için, elektrik tüketimini Çoklu Doğrusal Regresyon (ÇDR) yöntemini kullanarak da modelliyoruz.

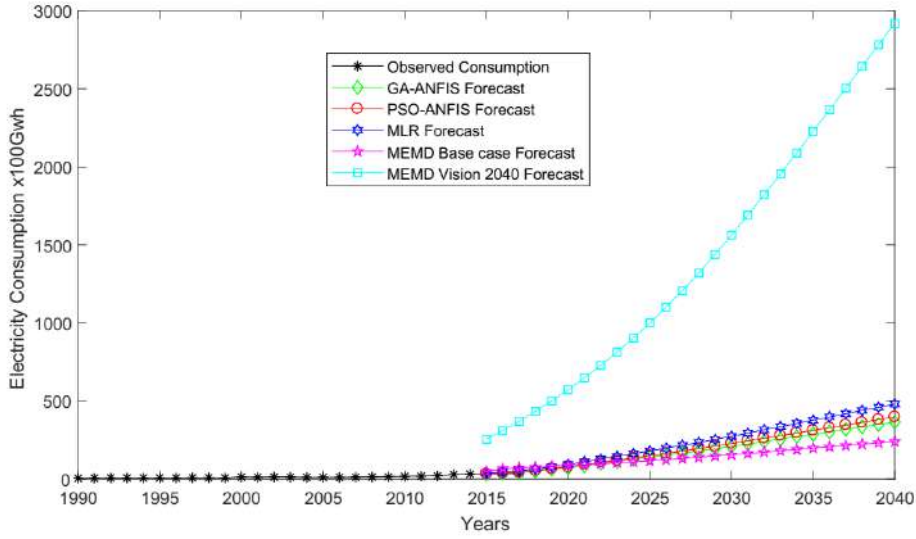
Tablo 1. ANFIS eğitiminden sonra RMSE ve MAPE değerleri

PSO-ANFIS tahmini		**GA-ANFIS tahmini**		**ÇDR modeli**	
RMSE	(%)MAPE	RMSE	(%)MAPE	RMSE	MAPE (%)
1,4707	9,1164	0,8977	5,6543	6,1025	19,0344

Tablo 1'den, GA eğitimli ANFIS, hem RMSE hem de MAPE için PSO eğitimli ANFIS ve ÇDR modellerinden daha düşük değerler vermektedir. Bu nedenle GA-ANFIS'in PSO-ANFIS ve ÇDR modellerinden daha iyi bir tahmin modeli olduğunu söyleyebiliriz. Elde edilen tahmin sonuçları, MEMD tarafından yapılan tahminler ile de karşılaştırılmıştır.

Sonuçlardan görüldüğü üzere, GA-ANFIS yaklaşımına göre 2040 yılındaki Uganda'nın net elektrik tüketiminin 36.494 GWh gerçekleşmesi tahmin edilirken, PSO-ANFIS yaklaşımına göre 39.751 GWh gerçekleşmesi tahmin edilmektedir. ÇDR modellerine göre 48.055 GWh olacaktır. Şekil 3'teki grafik tüm tahminleri göstermektedir.

2015, 2016 ve 2017 yıllarına ve özellikle Vision 2040'a ait MEMD tahminlerinin göreceli yüzde hataları çok yüksek iken, bunlara kıyasla bizim tahmin değerlerimizin göreceli yüzde hataları çok düşük kalır. Tahminler için göreceli yüzde hatalar Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 3. Tahminlerin karşılaştırılması

Tablo 2. MEMD ve bu çalışmadaki modeller arasındaki göreceli yüzde hatalarının karşılaştırılması

Yıl	MEMD		ÇDR	ANFIS	
	Temel durum	Vision 2040		PSO-ANFIS	GA-ANFIS
2015	44.30	692.36	19.73	0.00	1.55
2016	90.48	788.54	26.57	8.03	3.94
2017	91.49	896.90	41.21	19.62	18.06

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Uganda Vision 2040 kapsamında ifade edildiği gibi Uganda gelişim hedefleri, kalkınma sürecinde elektriği anahtar değişken olarak tanımlamaktadır. Bu nedenle elektrik sektöründe planlama daha önce hiç olmadığı kadar vurgulanmalıdır. Planlama sürecindeki kritik girdilerden biri gerçekçi ve ulaşılabilir tahmin hedefleridir. Bu çalışmada, sosyo-ekonomik değişkenlere bağlı olarak Uganda'nın elektrik tüketimi için ANFIS tahmin modelleri önerilmiştir. Çalışmada gözönüne alınan sosyo-ekonomik (bağımsız) değişkenler; nüfus, GSYİH, toplam elektrik abone/müşteri sayısı ve ortalama elektrik fiyatlarıdır. Bu çalışmadan aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir.

i. RMSE ve MAPE değerlerine göre sonuçlar, GA kullanılarak eğitilen ANFIS modelinin, PSO kullanılarak eğitilen ANFIS

modeline kıyasla daha iyi bir model olduğunu göstermektedir.

ii. Kolay yorumlanabilirlik açısından, dört giriş ve bir çıkışı kullanan sadece dört kural ile ANFIS'i, modelleme gerçekleştirilmiştir. GA-ANFIS ve PSO-ANFIS modellerinin her ikisi de iyi tahmin doğruluğu göstermiştir. GA-ANFIS ve PSO-ANFIS modelleri kullanılarak elde edilen tahmin doğrulukları sırasıyla %94,3457 ve %90,8836 olarak gerçekleşmiştir.

iii. Gerçek tahminler, MEMD tarafından yapılan tahminler ile karşılaştırıldığında, iki modelin ANFIS tamamı tahmin sonuçlarımız çok düşük göreceli yüzde hatalar göstermektedir. ÇDR modeli, MEMD tahminlerinden daha iyi sonuçlar vermiş olmasına rağmen, ANFIS tahmin modellerinin ÇDR modelinden çok daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

[1] Mollaiy-Berneti S, "Optimal design of adaptive neuro-fuzzy inference system using genetic algorithm for electricity demand forecasting in Iranian industry". Soft Comput 20(12):4897–4906, 2016.

[2] Azadeh A, Saberi M, Gitiforouz A, Saberi Z, "A hybrid simulation-adaptive network based fuzzy inference system for improvement of electricity consumption estimation." Expert Syst. Appl., 36(8):11108–11117, 2009.

[3] Pereira CM, De Almeida NN, Velloso MLF, "Fuzzy modeling to forecast an electric load time series." Procedia Comput. Sci., 55:395–404, 2015.

[4] Ucenic C, George A, "A Neuro-fuzzy Approach to Forecast the Electricity Demand." In Proceedings of the 2006 IASME/WSEAS International Conference on Energy & Environmental Systems, 299–304, 2006.

[5] Sarduy JRG, Di Santo KG, Saidel MA, "Linear and non-linear methods for prediction of peak load at University of São Paulo." Meas. J. Int. Meas. Confed., 78:187–201, 2016.

[6] Zahedi G, Azizi S, Bahadori A, Elkamel A, Wan SR, "Electricity demand estimation using an adaptive neuro-fuzzy

network : A case study from the Ontario province-Canada." Energy, 49:323–328, 2013.

[7] Saravanan S, Kannan S. Thangaraj C, "Prediction of India's Electricity Consumption using ANFIS." ICTACT J. Soft Comput., 5(3):985–990, 2015.

[8] Çevik H, Çunkaş M, (2015), Short-term load forecasting using fuzzy logic and ANFIS, Neural Comput Appl., 26:1355–1367.

[9] Ying M, Pan L, "Using adaptive network based fuzzy inference system to forecast regional electricity loads." Energy Convers. Manag., 49:205–211, 2008.

[10] Haydari M, Kavehnia Z, Askari F, Ganbariyan M, (2007), Time-Series Load Modelling and Load Forecasting Using Neuro-Fuzzy Techniques. In 9th International Conference on Electrical Power Quality and Utilization.

[11] Al-Ghandoor M, Samhouri A, "Electricity Consumption in the Industrial Sector of Jordan : Application of Multivariate Linear Regression and Adaptive Neuro-Fuzzy Techniques." Jordan J. Mech. Ind. Eng., 3(1):69–76, 2009.

[12] Jang JR, "ANFIS : Adap tive-Ne twork-Based Fuzzy Inference System." IEEE Trans. Syst. Man. Cybern., 23(3):665–685, 1993.

[13] Talpur N, Salleh MNM, Hussain K, "An investigation of membership functions on performance of ANFIS for solving classification problems." IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., 226(1) , 2017.

[14] Rini DP, Shamsuddin SM, Yuhaniz SS, Particle swarm optimization for ANFIS interpretability and accuracy. Soft Comput., 20(1):251–262, 2016.

[15] Kasule A, Ayan K, Forecasting Uganda's Net Electricity Consumption Using a Hybrid PSO-ABC Algorithm, Arab J Sci Eng, 44: 3021, 2019.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

BASINÇ YARALARINI ÖNLEMEK İÇİN HASTA YATAĞI TASARIMI

Patient Bed Design for Prevent Pressure Sores

Volkan Akgöl[1] & Behçet Kocaman[2]

[1](Yüksek Lisans Öğrencisi);Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği ABD, Bitlis –Türkiye, volkan.net@gmail.com

[2](Dr.Öğr.Üyesi); Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bitlis – Türkiye, bkocaman@beu.edu.tr

Öz: Günümüzde, hareketsiz yaşam ve sağlıksız beslenme gibi etkenlere bağlı olarak hastalıklar artmıştır. Bu artan hastalıklar yüzünden hastanede ve dolayısıyla yatakta geçen süreler uzamıştır. Hastalığın ciddiyetine bağlı olarak yatağa bağlı kalınma süresi değişiklik gösterebilir. Uzun süre yatan hastalarda, hastanın özellikle uzun süre basınç altında kalan bölgelerinde vücut ağırlığına bağlı basınçtan, kayma veya sürtünmeden dolayı basınç yaraları oluşmaktadır. Basınç yaralarının oluşumundan sonraki tedavi süreci uzun süreli ve masraflı bir süreçtir. Sonu cerrahi müdahaleler gerektirecek kadar ciddi olabilecek bu yaraların gelişmesini engellemek en etkili tedavi yöntemidir. Yatakta uzanmış bir insanın vücut ağırlığına bağlı olarak oluşan basınç noktaları uzun süre basınca maruz kaldığında noktalardaki kan basıncı etkilenerek damarların zarar görmesine neden olabilmektedir. Bu durumun engellenmemesi söz konusu noktalarda ödem oluşmasına ve doku kaybına varan sonuçlar oluşmasına neden olacaktır. Bu yaraların oluşmasını önlemek için vücudun basınç noktalarının kaydırılması daha sağlıklı bir çözümdür. Sürekli hastayı fiziksel olarak çevirmek ya da yer değiştirmek hem hastanın hareket etmesi hem de eğitimli personel gerekliliği gibi zorluklar meydana gelir. Bu gibi zorlukların önüne geçebilmek için hastanın yatış pozisyonunda uzun süre baskı altında kalan bölgelerin basınçtan kurtulması için hava yastıkları ve içindeki havanın elektronik bir devreyle kontrol edilmesi, etkin ve uzun süreli bir koruma sağlayabilir. Bu çalışmada, hasta yataklarında en çok basınç alan noktalara yerleştirilen hava yastıklarının içindeki havanın, sisteme bağlı basınç sensör değerlerinin takip edilerek kompresör yardımıyla değiştirilebileceği ve bu sayede basıncı söz konusu noktaların etrafına dağıtılacağını sağlayan hasta yatağı tasarlanmıştır.

Anahtar Kelimeler*:* Basınç Yaraları, Hasta Yatağı, Hava Yastığı, Basınç Sensörü

Abstract: Nowadays diseases increased depending on some of the factors like unhealthy nutrition and inactive life. With this increment of diseases the time that patients spent on bed lengthen. Depending on the severity of the disease time that spent on the bed may be change. On the bodies of this long lied patients,

some bed sores may occur because of body weight and rubbing on bed. The treatment process after the formation of pressure sores is a long and costly process. The most effective treatment of these wounds which may be serious enough to require surgical interventions is to prevent the development of these sores. When the pressure points, which are caused by the body weight of a person lying in the bed, are exposed to pressure for a long time, the blood pressure at the points can be affected and the vessels can be damaged. If this is not prevented, edema will occur at these points and result in tissue loss. Shifting the body's pressure points to prevent these wounds is a healthier solution. Physically rotating or relocating the patients can cause some problems like the patient movement and necessity of trained personel. In order to avoid such difficulties, to save the the pressure of the points -which are under pressure for a long time in the patient's lying position- from pressure effect, the airbags and controlling the air flow on these airbags with an electronic circuit can provide effective and long-term protection. In this study, a patient bed has been designed to distrubute the pressure on pressure points to other points around them with setting airbags to the most pressurized points and with changing the air flow and pressure of the air by a compressor in this airbags with following the pressure values coming from sensors.

Keywords *:* Pressure Sores, Patient Bed, Air Bags, Pressure Sensor, Bed Sores.

GİRİŞ

Günümüzde hastalık çeşitliliklerinin artması, hareketsiz yaşam ve sağlıksız beslenme gibi etkenlere bağlı olarak hastane de ve dolayısı ile yatakta geçirilen süreler de artış göstermektedir. Hastalığın ciddiyetine bağlı olarak yatağa bağlı kalınma süresi de değişiklik gösterebilir. Bu süreye göre hastanın özellikle uzun süre basınç altında kalan bölgelerinde bası yaraları adı verilen hasarlar meydana gelmektedir. Basınç yaraları: direkt olarak basınç altında ve/veya sürtünmelerin etki etmesiyle belirli bölgelerde deri ve derinin altında kalan dokularda meydana gelen hasarlardır[1].

Ülkelerde hastane içinde veya dışında basınç yaralarının görülme sıklığına farklı olmaktadır. Amerika Birleşik Devletlerinde hastane içinde basınç yaralarının görülme sıklığı %8-11 iken hastane dışında bu oran %15-20 arasında görülmektedir[2].

Ülkemizde basınç yaralarının hastane içinde görülme oranı %10-23 arasında değişmektedir [3]. Ancak yoğun bakım ünitesinde basınç yaralarının görülme oranı %15-65 oranında değişmektedir. Basınç yaralarını önlenmeye yönelik yapılan uygulamaların hangisinin daha etkin olduğunu ve bunların birbirlerine olan üstünlüklerini belirten kanıt

düzeyinde bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmaların tamamına yakınında sadece önlem alınması gerektiği ifade edilmiştir[4].

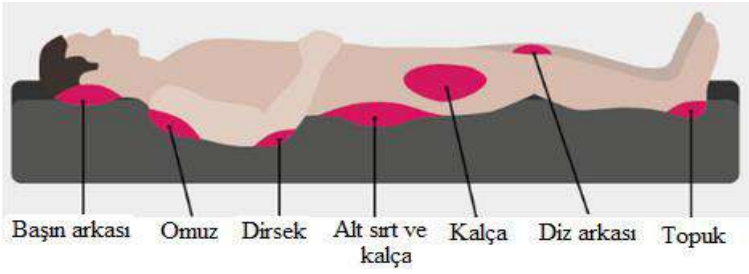
Basınç yaraları oluşumundan sonraki tedavi süreci uzun süreli ve masraflı bir süreç olup, kanser ve kardiyovasküler hastalıklardan sonra maliyeti en yüksek üçüncü sırada yer alan sağlık problemi olarak görülmektedir[5]. Bu yaralar, önlenemediği taktirde sonu cerrahi müdahaleler gerektirmektedir. Dolayısıyla en etkili tedavi yöntemi yaraların gelişmesini engellemektir. Bunun için yatan hastalarda en geç 2 saatte bir mutlaka hastanın pozisyonu hareket ettirilerek veya yatak pozisyonu değiştirilerek baskı altında kalan alanların rahatlatılması gereklidir. Yatak pozisyonunun değiştirilmesindeki süre ve uygulama gibi etkenler hem etkin personelin bulunması hem de hasta yakınlarının eğitilmesi gibi zorunlulukları beraberinde getirmektedir[6-10]. Bu gibi zorlukların önüne geçebilmek adına hastanın yatış pozisyonunda uzun süre baskı altında kalan bölgelerin basınçtan kurtulması için şişme yatak ve içindeki havanın elektronik bir devreyle kontrol edilmesi etkin ve uzun süreli bir koruma sağlayabilir. Bu sayede uzun süre yatakta tedavi gören hastalarda birkaç kişinin fiziksel kuvvetiyle sürekli tekrar etmesi gereken hasta çevirme ya da hareket ettirme gibi zorunlulukları minimize ederek basınç yaraları daha oluşmadan önlenmiş olacaktır.

MATERYAL & YÖNTEM

Uzun süreli yatan ve tedavi gören hastalarda oluşabilecek basınç yaralarını önlemede en etkili yöntem hastanın hareketini sağlamaktır. En az 2 saate bir yapılması gereken bu işlem için hem eğitimli personel gereklidir hem de hastane dışındaki bakımı zorlaştırmaktadır.

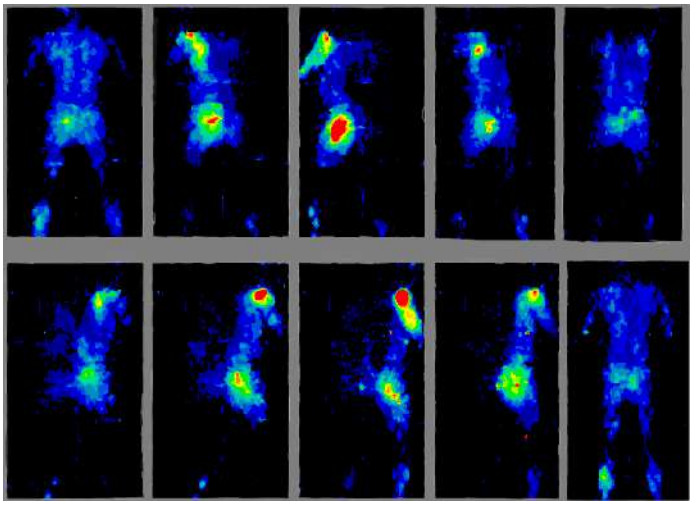
Yatakta uzanmış bir insanın vücut ağırlığına bağlı olarak oluşan basınç noktaları Figür 1'de verilmiştir.

Figür 1. İnsan vücudundaki basınç yaraları bölgeleri



Basınç yaraları, özellikle sabit yatan hastalarda vücudun yatağa baskı yapan başın arkası, omuz, dirsek, alt sırt, kalça, diz arkası ve topuk noktalarında oluşmaktadır. Termal görüntülerde bu noktalarda oluşan değişimler Figür 2'de verilmiştir.

Figür 2. İnsan vücudunun termal görüntüleri



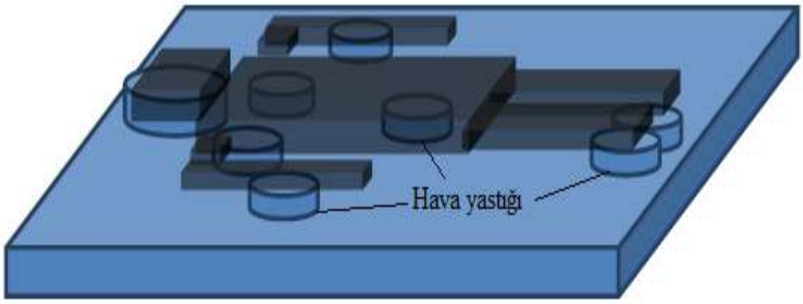
Figür 2'de verilen termal görüntülerde, özellikle vücudun yatağa baskı yapan noktalardaki basınca bağlı olarak sıcaklığın arttığı görülmektedir. Bu noktalar, uzun süre basınca maruz kaldığında noktalardaki kan basıncı etkilenerek damarların zarar görmesine neden olabilmektedir. Bu durumun engellenmemesi söz konusu noktalarda ödem oluşmasına ve doku kaybına varan sonuçlar oluşmasına neden olacaktır.

Yatak yaralarını önlemek için sıvı dolgulu yatak kullanımı, koyun yününden yapılan yatak kullanımı, sık aralıklarla hastayı çevirme işlemi gibi birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunlardan en sık kullanılanı ve en az maliyetli olanı hastayı çevirme yöntemidir. Bu yöntemde hasta belirli aralıklarla eğitimli personeller tarafından basınç noktalarının değişmesi için çevrilmektedir. Bunun yanında çok küçük boyutlu parçalar ile neredeyse vücudun yatak ile temas eden her noktaya denk gelen kısımlara yerleştirilen mekanik parçaların hareketini sağlayarak basıncı değiştirmeye çalışan çalışmalar da yapılmıştır[11]. Ancak bu yöntemlerin maliyeti ve birden fazla elemana ihtiyaç duyulmasından dolayı ekonomik değildir.

Bu çalışmada, hasta yataklarında en çok basınç alan noktalara yerleştirilen hava yastıklarının içindeki havanın, sisteme bağlı basınç sensör değerlerinin takip edilerek kompresör yardımıyla değiştirilebileceği ve bu sayede basıncı söz konusu noktaların etrafına dağıtılacağını sağlayan hasta yatağı tasarlanmıştır.

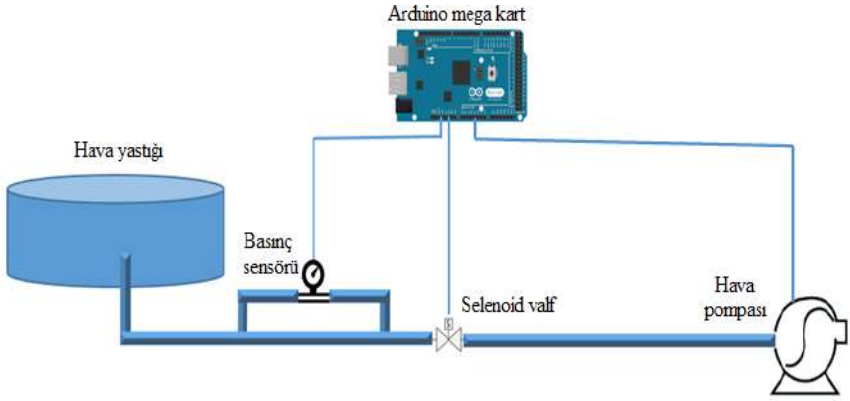
Hasta yatağının alt kısmına basınç noktalarına basınç sensörleri ve hava yastığı yerleştirilmiştir (Figür 3.) Hastanın yatağında uzun süre hareketsiz kalması durumunda basınç noktalarına bırakılan basınç sensörleri bilgisine göre kontrol devresi (Figür 4.) yardımıyla kompresör hava yastıklarına hava gönderecek ve baskı altında kalan bölgelerin basınçtan kurtulması sağlanacaktır.

Figür 3. Tasarlanan hasta yatağı



Figür 3'te yatak üzerine yerleştirilen hava yastıkları görülmektedir. Bu yastıklar, yatağın görünümünü bozmayacak ve hastayı rahatsız etmeyecek biçimde yerleştirilmiştir.

Figür 4. Hasta yatağı kontrol devresi

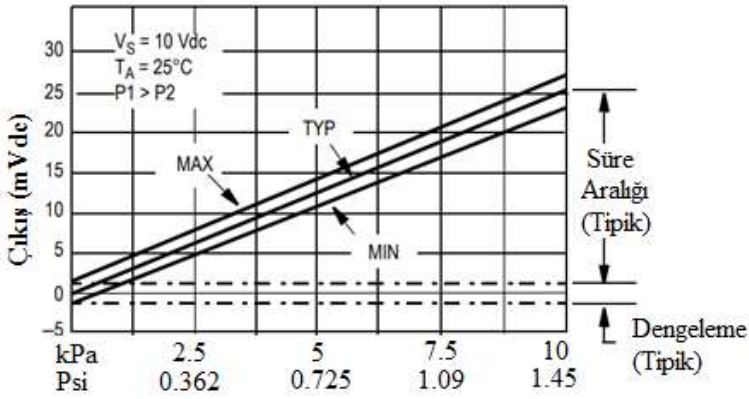


Figür 4'te görülen öncellikle Figür 3'te görülen basınç noktalara yerleştirilen hava yastıklarına bağlı pnömatik borular bir hava pompasına bağlanmıştır. Ayrıca borulara yerleştirilen hava basınç sensörleri ve selenoid valfler ile hava akışı kontrol edilmektedir. Hava yastığının basıncı ve basınç süresi bu sensörlere bağlı bir kontrol kartına gönderilerek bu veriler doğrultusunda basınç noktalarını rahatlatmak için o bölgedeki yastığı şişirmek ya da söndürmek amacıyla hava pompasını kontrol eden bir otomasyon sistemi kurulmuştur. Tasarlanan yatak, uzun süre hareketsiz olarak yatar pozisyonda tedavi görmesi gereken hastaların, vücut ağırlıklarına bağlı olarak belirli noktalara yapılan basınç sonucunda oluşan yaraların kontrol devresi sayesinde henüz oluşmadan önlenmesi sağlanacaktır.

BULGULAR

Çalışmada, hassas ölçüm değerleri sebebiyle taban basınç ölçümü için MPX2010DP basınç sensörleri kullanılmıştır. Bunlar, sistemde hava yastıklarının alt seviye basıncını ölçerek basınç noktalarının ne kadar rahatladığını tespit etmektir. Bu sensörlerin uygun basınç aralığında basınç ve çıkış gerilimi (Psi-V) grafiği Figür 5'te verilmiştir. Sensörlerin bilgisi arduino analog pinleri ile okunmuştur.

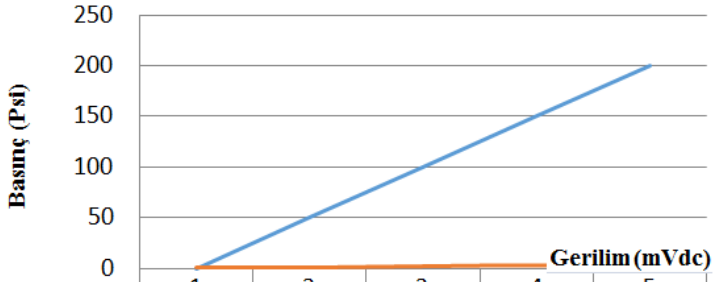
Figür 5. Basınç ve çıkış gerilimi (Psi-V) grafiği



Hasta yatağı tasarımında kullanılan ikinci basınç sensörü ise 0-1,2 Mpa basınç ölçebilen G1 sensörüdür. Bu sensör, MPX2010DP basınç sensörüne göre daha yüksek basınçları ölçebileceği için üst sınır basınç seviyesini ölçmeye yardımcı olmaktadır. Yani sönmüş bir hava yastığı belirli bir süre hava basıncı düşük şekilde kaldıktan sonra devre yardımıyla hava yastığı şişirilecek ve hava kompresörünü durduran bilgi

bu sensörden alınacaktır. Hastanın rahat etmesi açısından üst seviye sınıra yakın bir değer olarak değil hastanın en rahat olacağı yumuşaklığa göre ayarlanmıştır. Sistemde kullanılan 5V G1/4 0-1.2 Mpa basınç sensörü gerilim basınç grafiği Figür 6'da verilmiştir.

Figür 6. Basınç sensörü gerilim basınç grafiği



	1	2	3	4	5
Basınç (Psi)	0	50	100	150	200
Gerilim (mVdc)	0,5	1,29	2,58	3,87	5,17

Bu sensörler basınca göre çok düşük seviyede gerilim (mVdc) ürettiğinden kontrol sisteminin algılaması için opamp devresi ile gerilim yükseltilerek sisteme dahil edilmiştir.

Kontrol devresi, sensörlerden gelen verilerle çalışmaktadır. Belirli bir seviyede basınca sahip olan yastıklar hazır halde bırakılmıştır. Hasta yatağa uzatıldığı anda sistem çalıştırılacaktır. Vücutta basınca maruz kalan noktaların yara oluşmaya başlayacağı süre olan 2 saatten önce hava yastıklarındaki hava indirilecektir. Basınç değeri, 0,3 Psi basıncın altına düşünce tüm selonoid valfler kapanacak ve aynı anda pompanın enerjisi de kesilecektir. Bu halde en az 2 saati geçmeyecek şekilde bekletildikten sonra valfler ve pompa aynı anda çalışarak en ideal yastık basınç seviyesi olan 3-6 Psi seviyelerine kadar çıkarılacak ve bu şekilde döngü devam edecektir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Hastalıkların ve yatakta geçirilen sürelerin uzamasına bağlı olarak gün geçtikçe hastanelerde uzun süre yatan hastaların sayısı artmaktadır. Hasta sayısına ve personel sayısına bakarak hasta çevirme yöntemini uygulamak hem büyük bir iş gücü gerektirmekte hem de hasta sayısına

bağlı olarak bu işlemin gün içindeki yapılış sayısına göre personel yetersizliğine bağlı maliyet artışına sebep olmaktadır. Bunun için harcanan süre de hesaba katıldığında bu işlemden tasarruf edilmesi söz konusu olmaktadır. Ayrıca personelin birçok farklı alana yöneltilmesi açısından verim artışı sağlanacaktır. Tasarlanan hasta yatağında, kontrol devresi yardımıyla otomatik olarak basınç noktalarındaki basınç ölçülecek ve yataktaki belli noktalardaki hava akımını değiştirmek suretiyle basınç noktalarını azaltan ve hastanın basınç yarasının oluşması engellenmektedir. Ayrıca zamandan ve iş gücünden büyük oranda tasarruf edilebilmektedir.

Tasarlanan sistem sadece uzun süre yatakta kalan hastaların kullandıkları hasta yatakları açısından değil, aynı zamanda normal insanların da günlük faaliyetlerinde oturarak ya da uzanarak geçirdiği vakitlerde de basınç noktalarını değiştirmek, insanlar için büyük rahatlık sağlayacaktır. Bu rahatlık sayesinde masa başında çalışan, araç kullanan veya sadece uzanarak seyahat eden bir insan bile o dakikaları daha mutlu ve sağlıklı geçirecektir. Uzun süreli yolculuklarda sürekli oturuşu değiştirmek, masa başında koltukta sürekli pozisyon değiştirmek ya da uzun süre araç kullandıktan sonra kaslarımızda oluşan kramplar kontrol devresinde yapılacak birkaç küçük değişiklikle entegre edilmesi sonucunda büyük oranda azaltılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma, Bitlis Eren Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından, BEBAP 2019.004 numaralı proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Sönmez A. Bası Yaraları. Türkiye Aile Hekimliği Dergisi, 2007; 7(2): 57-62
2. Bennet G, Dealey C, Posnett J. The Cost of Pressure Ulcers in The Uk. Age Ageing. 2004;33(3):230-5.
3. Fırat Kılıç H, Sucudağ G. Basınç Yarası Değerlendirilmesinde Sık Kullanılan Ölçekler. JAREN 2017;3(1):49-54.
4. Çınar F, Kula Şahin S, Eti Aslan F. Yoğun Bakım Ünitesi'nde Basınç Yarasının Önlenmeye Yönelik Türkiye'de Yapılmış Çalışmaların İncelenmesi; Sistematik Derleme, Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 2018; 7 (1): 42-50.

5. Ceylan B, Basınç Yaralarının Önlenmesinde Pozisyon Değiştirme Sıklığının Doku Oksijenlenmesi Üzerine Etkisi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 2016; 109s, İzmir.

6. Allman RM, Goode PS, Patrick MM, Burst N, Bartolucci AA. Pressure ulcer risk factors among hospitalized patients with activity limitation, Journal of the American Medical Association, 1995; 273(11): 865–870.

7. Wann-Hansson C, Hagell P, Willman A. Risk factors and prevention among patients with hospitalacquired and pre-existing pressure ulcers in an acute care hospital. Journal of Clinical Nursing 2008;17:1718-1727

8. Andersen KE, Jensen O, Kvorning SA, Bach E. Prevention of pressure sores by identifying patients at risk. Br Med J 1982;284:1370-1.

9. Özgenel G, Kahveci R, Akın S, Özbek S, Özcan M. Bası Yaralarında Tedavi Prensiplerimiz ve Sonuçlarımız. Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 2002; 28 (2), 27-32.

10. Yousefi R, Ostadabbas S, Faezipour M, Nourani M, Ng V, Tamil L, Bowling A, Behan D, Pompeo M. A Smart Bed Platform for Monitoring & Ulcer Prevention, 4th International Conference on Biomedical Engineering and Informatics (BMEI), 2011; 1362-1366.

11. Ajami S, Khaleghi L. A Review on Equipped Hospital Beds with Wireless Sensor Networks for Reducing,Bedsores, J Res Med Sci., 2015 ; 20(10): 1007–1015.

ENERGY SYSTEMS ENGINEERING
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ENDÜSTRİ 4.0'DA YAPAY SİNİR AĞLARI KULLANIMININ İNCELENMESİ

Investigation of the use of artificial neural networks in industry 4.0

Yunus Emre Kıymaz[1] & Hidayet Oğuz[2]

1 (MA.); Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya-Türkiye, yunusemrekiymaz89@hotmail.com

2 (Prof. Dr.); Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya-Türkiye, hidayet@erbakan.edu.tr

Öz: Endüstri 4.0 (4. Endüstri Devrimi veya 4. Sanayi Devrimi) yeni bir tanım olup bu terim 2011 yılında Almanya Hannover Fuarında kullanılmıştır. Endüstri 3.0 da kullanılan otomasyon sistemlerine ek olarak siber-fiziksel sistemler, hizmetler ve nesnelerin interneti gibi kavramlar girmiştir. Bunun sonucunda bilişim dünyasında önemli bir yere sahip olan yapay zekânın da üretim sistemine entegre olması kaçınılmaz olmuştur. Bu derlemede Endüstrinin gelişim tarihden kısaca bahsedilmiş olup bir yapay zekâ konusu olan Yapay Sinir Ağlarının (YSA) tanımı, yapısı, özellikleri ve ardından Endüstri 4.0'a geçen veya geçmekte olan üretim tesislerinde yapılan bazı akademik çalışmalara değinilmiştir. Bu çalışmaların Endüstri 4.0'a katkısı tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Nesnelerin İnterneti, Yapay Sinir Ağları, Yapay Zekâ

Abstract: Industry 4.0 (4th Industrial Revolution) is a new definition, which was used in 2011 at the Hannover Fair in Germany. In addition to the automation systems used in Industry 3.0, concepts such as cyber-physical systems, services and the Internet of objects have been introduced. As a result, it is inevitable that artificial intelligence, which has an important place in the information world, will be integrated into the production system. In this review, the development history of the industry is mentioned briefly and the definition, structure, properties of Artificial Neural Networks (ANNs), which is a subject of artificial intelligence, and some academic studies carried out in the production facilities which are going to or going to Industry 4.0 are mentioned. The contribution of these studies to Industry 4.0 is discussed.

Keywords: Industry 4.0, Internet of Things, Artificial Neural Networks, Artificial Intelligence

GİRİŞ

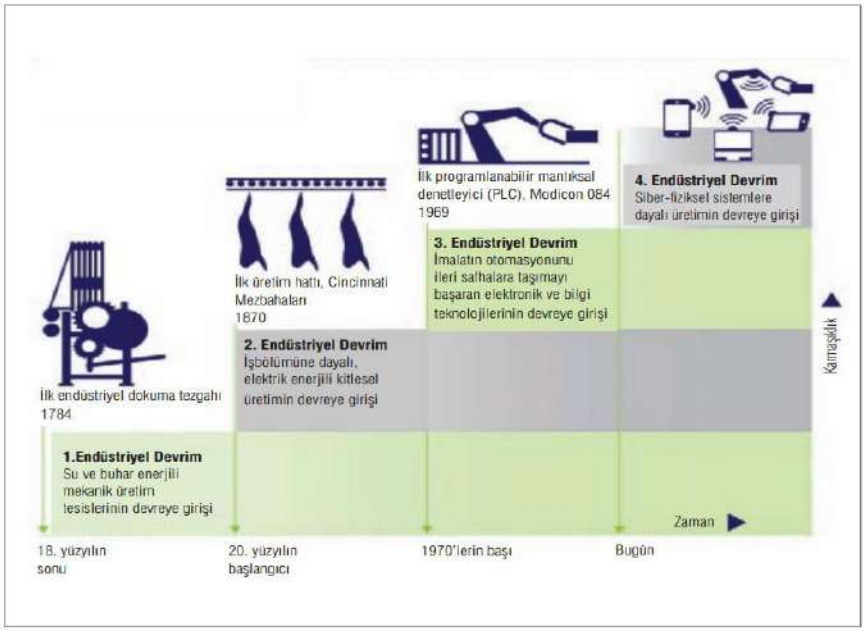
Gün geçtikçe teknolojinin hızlı bir şekilde ihtiyaçlara cevap vermesi ile teknolojik yenilikler, hayatımızda da önemli bir unsur olmuştur. Üretim sektöründe de bu durumun aynı olduğunu söyleyebiliriz. Örneğin, ağır ve tehlikeli sanayilerde insan faktörünün önemli olduğunu biliyoruz. Hayati

veya insan sağlığına etki edecek durumlar söz konusu olduğunda teknolojinin önemini kavramaktayız. Endüstri; yıllar içerisinde hem ihtiyaçlar doğrultusunda üretimi artırmak, insan gücü yerine mümkün mertebede makinelere geçişi hızlandırmak ve aynı zamanda tehlikeli işler için insan yerine makineleri devreye sokmak için gelişim göstermiştir. Makineler geçişin hızlanması ile beraber bunların otonom – yarı otonom bir şekilde çalışması için yapay zekâ teknolojisine de ihtiyaç duyulmuştur. Bu çalışmada, son üretim terimlerinden biri olarak kabul edilen Endüstri 4.0'ın ve yapay zekânın bir alt konusu olan yapay sinir ağları (YSA) tanımları sonrasında Endüstri 4.0 a geçen üretim tesislerinin YSA kullanılarak yapılmış bazı akademik çalışmalara yer verilmiştir.

Endüstri 4.0

Endüstri 4.0 ya da 4. Sanayi Devrimi tanımı ilk kez 2011 de Almanya Hannover Fuarı'nda kullanılmıştır. Üretim sektörü endüstriyel devrimlerden sonra ülkeler ve şirketler bütün dünyada yaşanan bu değişime uymak zorunda kalmış akabinde artan rekabet koşulları arasında üstünlüklerini sürdürebilmek için bazı stratejiler ortaya koymuşlardır. Almanya'da gündeme gelen Endüstri 4.0'da bu stratejilerden birisidir (Anonymous 2018a). Endüstrinin tarihsel gelişimi Figür 1'de belirtilmiştir.

Figür 1. Endüstrinin tarihsel gelişimi (Anonymous 2018b)



Endüstri 1.0 dan Endüstri 4.0'a

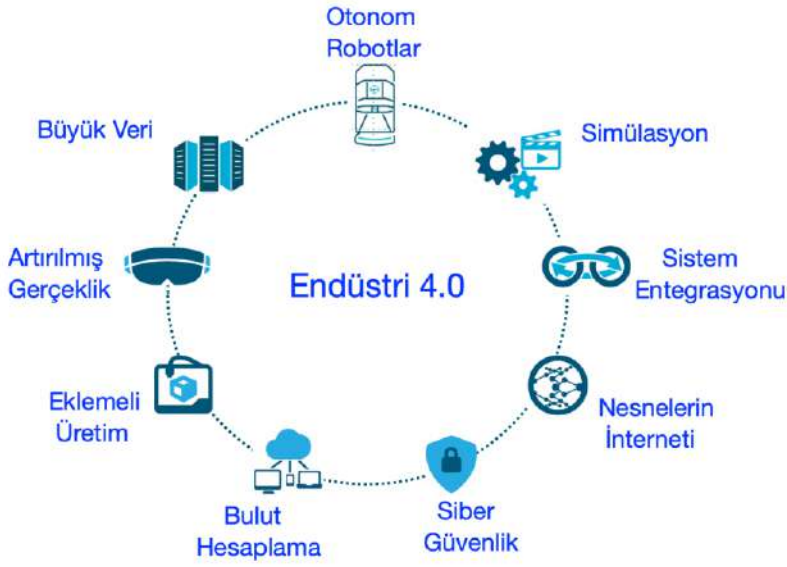
1. 1712 de buharlı makinelerin icadı ile mekanik üretim tesisleri oluşturuldu.
2. 1840 da telgraf, 1880 de telefonun icadı ile elektrik ve iş bölümüne dayalı seri üretime başlandı.
3. 1971 ilk mikro bilgisayar olan Altair 8800 ve 1976 da Apple I üretilerek üretim süreçleri otomasyonu oluşturuldu.
4. 1988 AutoIdLab. (MIT) , 2000 nesnelerin interneti, 2010 hücresel taşıma sistemi ve 2020 de öngörülen otonom etkileşim ve sanallaştırma ile beraber Endüstri 4.0 devrimi başlamış oldu.

Endüstri 4.0'ın yapısı

Endüstri 4.0, siber-fiziksel sistemlerin kavramına, nesnelerin ve hizmetlerin internetine dayanır. Bu sistem akıllı üretim tesislerinin vizyonunun oluşmasına katkı sağlar. 3 yapıdan bahsetmemiz mümkün:

- Nesnelerin İnterneti
- Hizmetlerin İnterneti
- Siber-Fiziksel Sistemler

Figür 2. Endüstri 4.0'ın yapısı (Anonymous 2018b)



Endüstri 4.0 sayesinde modüler yapılı akıllı fabrikalar kapsamında, fiziksel işlemleri siber-fiziksel sistemlerle takip etmek, gerçek dünyanın sanal bir kopyasını yaratmak ve merkezi olmayan kararların verilmesi hedeflenmiştir. Nesnelerin interneti ile siber-fiziksel sistemler

birbirileriyle ve insanlarla gerçek zamanlı olarak iletişime geçip işbirliği içinde çalışması mümkün olabilecektir. Hizmetlerin interneti ile hem iç hem de çapraz örgütsel hizmetler sunulacak ve değer zincirinin kullanıcıları tarafından değerlendirilecektir (Anonymous 2018b). Endüstri 4.0'ın yapısı Figür 2'de gösterilmiştir.

Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları yapay zekâ biliminin alt kolu olarak belirtebiliriz. Araştırmacıların yoğun ilgi gösterdikleri bir araştırma konusu olup bilgisayarların öğrenmesine yönelik çalışmaları içermektedir. Günümüzde bilgisayar ve bilgisayar sistemleri hayatta önemli bir yer teşkil etmektedir. Cep telefonlarından mutfaktaki buzdolaplarına kadar birçok alet bilgisayar sistemi ile çalışmaktadır. Matematiksel olarak formüle edilemeyen ve çözülmesi mümkün olmayan problemlerde, bilgisayarlar, sezgisel yöntemler yoluyla çözebilmektedir. Bilgisayarların bu özelliklerle donatıldığı ve bu yeteneklerin gelişmesini sağlayan çalışmalar "yapay zekâ" çalışmaları olarak bilinmektedir. İlk kez 1950'li yıllarda ortaya çıkarılan yapay zekâ terimi zamanla yoğun ilgi görmüş, bugüne kadar gelerek hayatın vazgeçilmez parçası olan "zeki sistemler" in oluşumuna neden olmuştur.

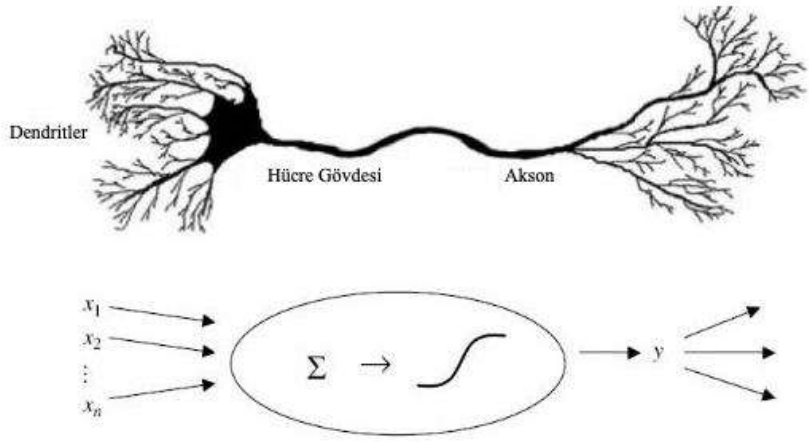
Yapay sinir ağları; insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yöntemi ile yeni bilgiler türetebilme, oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım olmaksızın otomatik olarak gerçekleştirme amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemleridir. Bu yetenekleri geleneksel programlama yöntemleri ile oluşturmak oldukça zordur. Bundan ötürü yapay sinir ağlarının, programlanması mümkün olmayan durumlar için adaptif bilgi işleme ile ilgilenen bir bilgisayar bilim dalı olarak söylemek mümkündür.

Yapay sinir ağları yukarıda da bahsedildiği gibi insan tarafından gerçekleştirilmiş örnekleri kullanarak olayları öğrenebilen, çevresindeki olaylara karşı nasıl tepkiler vereceğini belirleyen bilgisayar sistemleridir. Figür 3'te de örnek bir yapay sinir ağı gösterilmiştir. İnsan beyninin işleyişine benzer şekilde,

- öğrenme
- ilişkilendirme
- sınıflandırma
- genelleme
- özellik belirleme
- optimizasyon

gibi konularda oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Örneklerden elde ettikleri bilgileri ile kendi deneyimlerini oluşturup akabinde benzer konularda benzer kararları verirler (Öztemel 2012).

Figür 3. Örnek nöron ve yapay sinir ağı hücresi



YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu kısımda Endüstri 4.0'a geçen üretim tesislerinin YSA kullanımına dayanan bazı çalışmalardan bahsedilecektir.

Tekrarlanan yapay sinir ağları yoluyla yönlendirilmiş enerji birikimi süreçlerinde yüksek boyutlu termal geçmiş verilerine dayalı tahmini

Bu çalışmada Mozaffar ve ark., Yönlendirilmiş Enerji Biriktirme (DED) işlemlerinde geometri, yapı boyutları, takım yolu stratejisi, lazer gücü ve tarama hızı değişiklikleri ile yüksek boyutlu termal geçmişinin tahmin edilmesi için Gated Recurrent Unit (GRU) formülasyonlu tekrarlayan bir nöral ağ (RNN) yapısı önermiştir. Elde ettikleri sonuçlar; modelin, sınırlı bir eğitime sahip bir test seti veri tabanında, herhangi bir DED yapısı noktasının termal geçmişini doğru olarak tahmin edebildiğini göstermiştir. Modelin genel uygulanabilirliği ve termal hikâyeleri doğru bir şekilde tahmin etme yeteneği, uzun zaman açıklıkları ve eğitimli olmayan geometriler için yapılan iki kapsamlı test ile kanıtlamışlardır (Mozaffar et al., 2018).

Glenday eleği, yapay sinir ağları ve simülasyon modellemesine dayalı yalın hibrit mobilya üretim kontrol sisteminin geliştirilmesi

Rosienkiewicz ve ark., bu çalışmada, Polonya mobilya endüstrisinin dünyadaki ve Avrupa'daki rolünü tartışmış ve mobilya imalatı yönetimi alanındaki güncel eğilimleri sunmuştur. Ayrıca, bir mobilya şirketinde teknolojik sürecin analizi gerçekleştirilmekte ve araştırma soruları tanımlanmaktadır. Buna dayanarak, araştırmanın temel amacı - Glenday eleği, yapay sinir ağları ve simülasyon modellemeye dayalı yeni yalın üretim kontrol sistemi kavramıdır. Glenday eleği; süreç iyileştirme girişimlerine odaklanan yüksek hacimli üretim süreçlerini tanımlayan bir yöntemdir. Bu yaklaşımın amacı, üretim programını etkili bir şekilde planlamak ve yürütmek ve işyeri kullanımının mobilya setlerine yönelik değişken ve neredeyse tahmin edilebilir talepteki kullanımını en üst düzeye çıkarmaktır. Makale, önerilen çözüm hakkında metodolojik yaklaşımı, sonuçları ve tartışmayı sunmaktadır (Rosienkiewicz et al., 2018).

Akıllı üretimden yeni nesil yapay zeka ve ileride artırılmış endüstri 4.0 için akıllı üretime geçiş

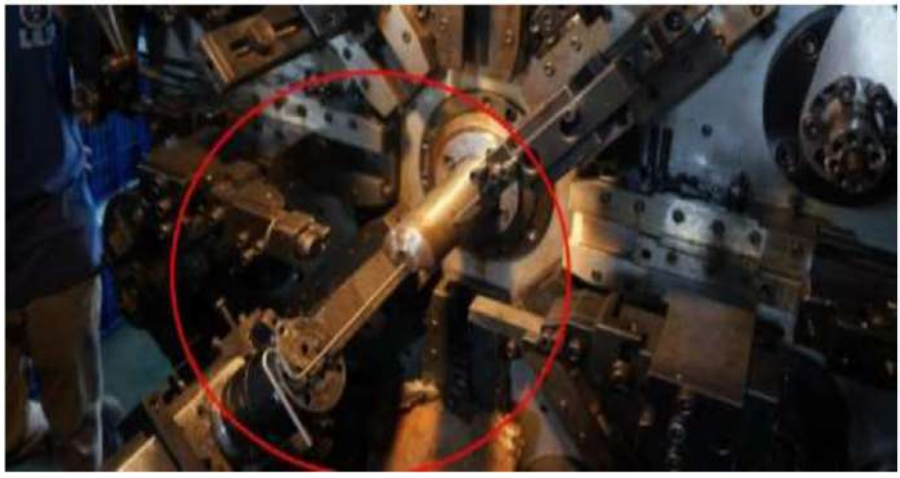
Akıllı üretim (SM), zeki üretimin (IM) akıllı teknolojilerin büyüklüğünü ve etkisini yansıtan yeni bir versiyonu olarak ortaya çıkmıştır. Bu yapı Nesnelerin İnterneti, Bulut Bilişim, Siber-Fiziksel Sistemler ve Endüstri 4.0 Büyük Veri gibi akıllı teknolojilerin etkisini yansıtmaktadır. Yao ve ark. bu yazıda, IM'nin yapay zeka (AI) evrimi ile birlikte SM'ye nasıl evrildiğini ele almışlardır. Bu amaçla, ilk olarak, bu çalışmada yapısal içerikler ve merkezi kontrol yapıları ile karakterize edilen AI (AI 1.0 olarak belirtebiliriz) olarak adlandırılan sembolik AI'nın, yapısal olmayan içerikler, merkezi olmayan kontrol yapıları ve makine öğrenimi ile karakterize olan yeni nesil AI (AI 2.0 olarak belirtebiliriz) olarak nasıl evrimleştiğini özetler (özellikle derin öğrenme) ve AI 1.0 tarafından etkinleştirilmiş olan IM gösteriminin, buna göre AI 2.0 tarafından SM'ye nasıl dönüştüğünü açıklar. Sonrasında, IM ve SM'nin karşılaştırması ayrıntılı olarak tartışılmaktadır. Son olarak, Endüstri 4.0 için akıllı üretimin daha da geliştirilmesi amaçlanmıştır (Yao et al., 2017).

Küçük miktarlar ve çok çeşitli Endüstri 4.0 üretim modellerine uygulanabilen ürün algılama yöntemi durumu: Yaylar ile bir örnek

Endüstri 4.0'daki imalat modellerinin önemli bir özelliği, daha küçük miktarlar ve daha fazla çeşitliliktir. Diğer bir deyişle, her bir takım tezgâhı; çok sayıda ürün, ancak her türden az miktarda üretecektir. Bu durum, Endüstri 3.0'da büyük miktarlarda ve küçük çeşitliliğe sahip üretim modellerinin tam tersidir. Sonuç olarak, Endüstri 3.0 modellerinde makinelerin sağlığını algılamada kullanılan geleneksel araçlar, Endüstri

4.0 modellerinde geçerli olmayabilir. Bunun nedeni, geleneksel araçların çok sayıda üründen veri toplanmasını ve analizini içermesi ve daha sonra gelecekte ürünlerin durumunu belirlemek için sonuçları kullanmasıdır. Bununla birlikte, yeni üretim modellerinde, makine sağlığının kontrol edilmesine izin verilse bile, bir üretim süreci, verilerin toplanmasından önce bitebilir. Bundan ötürü, Kuo ve ark. yaptıkları çalışmada, küçük miktarlarda ve artan çeşitlilikte Endüstri 4.0 imalat modellerinde makine sağlığının belirlenmesinde yardımcı olacak yapay tekrarlayan sinir ağlarına (RNN) dayalı yeni bir konsept önermiştir. Figür 4'te kullandıkları yay makinesi gösterilmiştir. Yaptıkları deneyler, önerilen yaklaşımın fizibilitesini göstermiştir. Gelecekteki araştırmalar için, mevcut algoritmanın tekrarlayan sinir ağları kullanılarak geliştirilmesi önerilmektedir. Bulguların, Endüstri 4.0 protokolü kapsamında karşılaşılan zorluğun üstesinden gelmek isteyen fabrikalar için önemli bir referans değere sahip olacağı düşünülmektedir. (Kuo et al., 2017).

Figür 4. Kuo ve ark. yaptıkları çalışmada kullandıkları yay makinesi



Nöral ağlar kullanarak ortak kinematik üzerine birleştirilen ortak kinetiklerin öngörüsü

Ölçüm sistemlerinin yüksek maliyeti ve düşük taşınabilirliği ile zaman alıcı ters dinamik hesaplamalar, hareket analizinde önemli bir sınırlamadır. Mundt ve ark. bu çalışmada, yapay sinir ağı (YSA) yaklaşımı kullanılarak kinematik verilere dayanan eklem kinetiğinin tahminlerini araştırmışlardır. Bu amaçla, 3D alt ekstremite eklem açıları ve on iki sağlıklı deneğin anları ters dinamik kullanılarak hesaplandı. Kinematik ve antropometrik veriler, eklem anlarını öngörmek için uzun süreli kısa süreli tekrarlayan YSA'yı eğitmek, doğrulamak ve test etmek için girdi parametresi olarak kullanıldı.

YSA, hareket kalıpları YSA'ya doğru bilinen konular için eklem anlar öngörür. Bilinmeyen denekler için tahmin doğruluğu daha düşük olmasına rağmen, bu çalışma YSA'ların eklem anlarını kinematik ve antropometrik veriler temelinde tahmin edebilme kabiliyetini kanıtlanmıştır (Mundt et al., 2018).

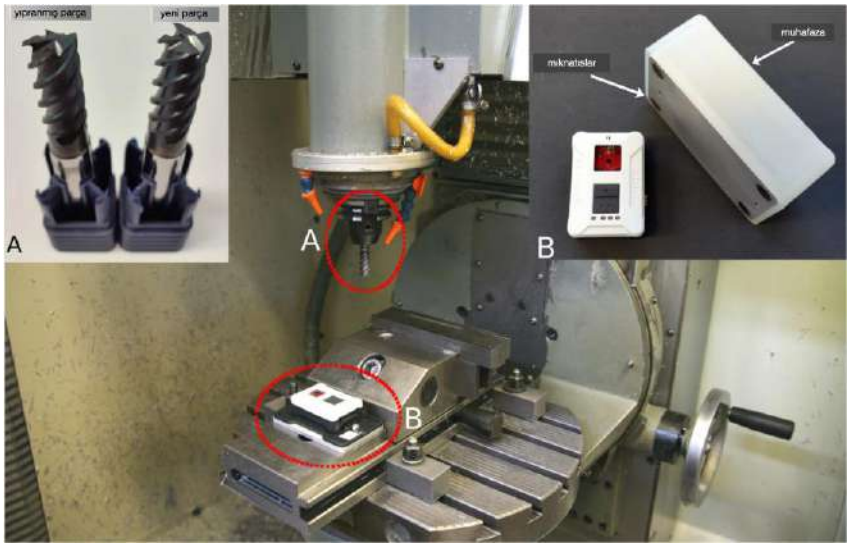
Yapay sinir ağları kullanılarak güçlendirilmiş bir CNC freze makinesinin takım aşınmasının izlemesi

Öngörücü bakım, önleyici bakımın aksine, bütünlüğün sürekli olarak hizmette izlendiği üretim kalitesini ve güvenilirliğini arttırır. Hesser ve Markert yaptıkları bu çalışmada modası geçmiş üretim tesislerinin maliyet açısından yeniden yapılanmasını önlemek için eski makinelerin Endüstri 4.0'a doğru yönlendirilmesi için bir güçlendirme yaklaşımı sunmuştur. Bir CNC freze makinesinin takım aşınması, yerleşik sensörlerle donatılmış programlanabilir bir prototipleme platformu kullanılarak izlenmektedir. YSA yardımıyla alet durumunu sınıflandırmak için ivme verileriyle güçlendirilmiştir. Bu örnekle, artan zekâlı istihbarat alanı ve büyük veri analizi alanı tarafından desteklenen eski makinelerin güçlendirilmesinin uygulanabilirliğini kanıtlamaktadır.

Çalışmada kullandıkları CNC makinesi, 15 yıldır hizmette ve sistemin durumunu görüntüleyebilecek, tespit edebilecek teknolojik alt yapıya sahip değil. Hesser ve Markert bu sorunu çözümlemek için CNC freze tezgâhı, Bosch XDK sensör platformu kullanılarak güçlendirmiştir. Bosch XDK, çok sayıda işlem ve makine için Nesnelerin İnterneti'ni (IoT) etkinleştirmek üzere tasarlanmış gömülü bir programlanabilir sensör cihazı ve prototip platformudur.

Yapılmış olan bu çalışmada, eski makinelerin güçlendirilmesinin, programlanabilir sensör cihazlarının Endüstri 4.0'a entegre edilmesi ve gömülmesiyle ele alınabileceği kanıtlanmıştır. Gelişmiş veri analizi algoritmalarının hesaplama zekâsı alanındaki kullanımı, üretim sürecini büyük ölçekte takip etmek ve öngörücü bakımı mümkün kılmak için yeni çevresel koşullara hızlı bir adaptasyon sağlamak için araştırılabilir. (Hesser and Markert 2019).

Figür 5. Güçlendirilmiş CNC freze makinesi. (A) Yeni ve aşınmış parçalar, (B) Manyetik montaj plakası ve su geçirmez kapaklı Bosch XDK. (Hesser ve Markert 2019)



Yapay Sinir Ağları ve Genetik Algoritma Tabanlı Tornalama İçin Kesici Uç ve Parametre Optimizasyonu

Solarte-Pardo ve ark. yaptıkları bu çalışma ile, kesici uç seçimini ve kesme parametrelerini optimize etmek için bir sistem geliştirmeyi amaçlamışlardır. Önerilen yaklaşım, bir alet tedarikçisinden teknik bilgileri kullanan dönüş işlemlerine yöneliktir. Önerilen sistem yapay sinir ağlarına ve sırasıyla modelleme ve optimizasyon aşamalarını tanımlayan genetik algoritmaya dayanmaktadır. Modelleme aşamasında, besleme hızını ve kesme hızı parametrelerini değerlendirmek için iki YSA uygulanır. Bu modeller, uç özellikleri ve çalışma koşullarının işlevleri olarak tanımlanır. Optimizasyon problemi için, en uygun alet aramasını aramak için genetik algoritma uygulanır. Bu sezgisel algoritma, en düşük güç tüketimi, en kısa işleme süresi veya kabul edilebilir bir yüzey pürüzlülüğü gibi verilen çalışma özelliklerine dayanarak işleme performansını değerlendiren özel bir amaç işlevi kullanılarak değerlendirilir. Çalışmada, veri tabanından elde edilen eğitim verilerini kullanarak çok boyutlu bir alanın temsili nedeniyle tamamen bağlantılı bir YSA modeli kullanılmıştır. Evrişimli ağlar gibi farklı özelliklere sahip diğer ağlar gelecekteki araştırmalarda da kullanılabilir. Ayrıca, regresyon modellemesi için destek vektör makinesi ve olasılıklı regresyon gibi yöntemler kullanılabilir. Bu araştırmada optimizasyon için Genetik

Algoritma yöntemini kullandıklarını daha önce de belirtmiştik. Bununla birlikte, parçacık sürüsü optimizasyonu ve gradyan iniş tekniği gibi yöntemler, optimizasyonu gerçekleştirmek için de kullanılabilir. (Solarte-Pardo et al., 2019)

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Endüstri 4.0'ın sunduğu yenilikler, yapay zekâ alanı olan YSA'nın sunduğu çözümlerin yanında bu iki kavramın gerçek dünyada beraber kullanılmasına yönelik yapılan akademik araştırmaların ve çalışmaların sunulması öngörülmüştür. Teknolojinin sürekli kendini güncellendiği ve bulunduğumuz 21. yüzyılda üretim sektörünün de bundan etkilenmesi kaçınılmaz olup yapay zekâ teknolojileri, endüstriyel alanda oldukça büyük katkılar sağlayacağını söylememiz mümkündür. Bununla birlikte YSA teknolojisini üretim sektöründe daha fazla kullanımını teşvik etmek, bu durumda önem arz etmektedir. Her üretim sektöründe bu sistemin kullanılıp kullanılamayacağı, belirlenecek ihtiyaçların ve karşılaşılabilecek problemlerin somutlaştırılması ile mümkün olabilir. Bu tarz sistemlerin maliyetleri de kurulum sonrasında ne kadar sürede kendini amorti edebileceği, ilerde karşılaşılabilmesi muhtemel durumların önceden belirlenmesi gerekir. Sonuç olarak üretim verimini artıracak, makine bakım maliyetini düşürecek, tehlikeli işlemlerde insan faktörünü dikkate alacak şekilde yapılacak bu tarz çalışmaların önemli olduğunu söyleyebiliriz.

KAYNAKLAR

1. Anonymous, 2018a. "Endüstri 4.0." Wikipedia, 1 Dec. 2017, https://tr.wikipedia.org/wiki/Endüstri_4.0. Accessed 27 Nov. 2018.

2. Anonymous, 2018b. "Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk." Endüstri 4.0 Platformu, https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/. Accessed 27 Nov. 2018.

3. Hesser, D. F., & Markert, B. (2019). Tool wear monitoring of a retrofitted CNC milling machine using artificial neural networks. Manufacturing letters, 19, 1-4.

4. Kuo, C. J., Ting, K.-C., & Chen, Y.-C. (2017). State of product detection method applicable to Industry 4.0 manufacturing models with small quantities and great variety: An example with springs. Paper presented at the 2017 International Conference on Applied System Innovation (ICASI).

5. Mozaffar, M., Paul, A., Al-Bahrani, R., Wolff, S., Choudhary, A., Agrawal, A., . . . Cao, J. (2018). Data-driven prediction of the high-

dimensional thermal history in directed energy deposition processes via recurrent neural networks. Manufacturing letters, 18, 35-39.

6. Mundt, M., Koeppe, A., Bamer, F., Potthast, W., & Markert, B. (2018). Prediction of Joint Kinetics Based on Joint Kinematics Using Artificial Neural Networks. ISBS Proceedings Archive, 36(1), 794.

7. Öztemel, E. (2012). Yapay sinir ağlari. Papatya Yayincilik, Istanbul.

8. Rosienkiewicz, M., Kowalski, A., Helman, J., & Zbieć, M. (2018). Development of Lean Hybrid Furniture Production Control System based on Glenday Sieve, Artificial Neural Networks and Simulation Modeling. Drvna industrija: Znanstveni časopis za pitanja drvne tehnologije, 69(2), 163-173.

9. Solarte-Pardo, B., Hidalgo, D., & Yeh, S.-S. (2019). Cutting Insert and Parameter Optimization for Turning Based on Artificial Neural Networks and a Genetic Algorithm. Applied Sciences, 9(3), 479.

10. Yao, X., Zhou, J., Zhang, J., & Boër, C. R. (2017). From intelligent manufacturing to smart manufacturing for Industry 4.0 driven by next generation artificial intelligence and further on. Paper presented at the 2017 5th International Conference on Enterprise Systems (ES).

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE R404a ve R290 SOĞUTUCU AKIŞKAN KULLANIMININ TERMODİNAMİK ANALİZİ: DENEYSEL KARŞILAŞTIRMA

Süleyman Erten[1] & Kübra Uludağ[2]

[1,2] Nurdil Soğutma A.Ş. , Sincan O.S.B. , Ankara

Öz: Enerjinin verimli kullanımı ve enerji sistemlerinin çevresel etkilerinin azaltılması ekolojik denge açısından önemlidir. Soğutma sistemlerinde ilgili yönetmelik (F gaz yönetmeliği) ve standartlar gereği özellikle çevresel etkiler açısından doğal soğutucu akışkanların (karbondioksit, amonyak, hidrokarbonlar vb.) kullanımına yönelik çalışmalar son zamanlarda hız kazanmıştır. Bu anlamda bu çalışmada, R290 soğutucu akışkanı kullanılan bir soğutma sistemi tasarlanarak imal edilmiş ve test edilmiştir, aynı zamanda karşılaştırma amacı ile aynı özelliklerde R404a soğutucu akışkanının kullanıldığı bir sistem daha test edilmiştir. Her iki sistemde de bütün özellikler aynı olup soğutucu akışkanlar (R404a ve R290) farklıdır. İki ayrı soğutma sistemi aynı anda ve aynı şartlarda test odasında test edilerek deney sonuçlarına göre termodinamik analizler yapılmıştır. R404a 'lı sistemin soğutma performans katsayısı 2,2 olarak R290 'lı sistemin soğutma performansı katsayısı da 2,5 olarak hesaplanmıştır. Daha çevreci olan R290 soğutucu akışkanın kullanıldığı soğutma sistemi 24 saatlik deneme süresinde R404a soğutucu akışkanlı sisteme göre %12 daha az enerji tüketmiştir. R404a 'nın küresel ısınma potansiyeli (GWP) değeri 3922 olup, R290 'ın GWP değeri 3' tür. Böylece, çevresel yönetmelikler ve enerji verimliliği açısından propan (R290) soğutucu akışkanın yanıcılık açısından soğutma sistemlerinde gerekli tedbirlerin alınması ile birlikte kullanılmasının uygun olacağı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: R404, R290, soğutma, GWP, enerji verimliliği

SİMGELER VE KISALTMALAR

OTP Ozon Tahribat Potansiyeli
KIP Küresel Isınma Potansiyeli
COPs Soğutma Sisteminin Etkinlik Katsayısı
h : Entalpi (kJ/kg)
s : Entropi (kJ/kg K)
W : İş (kJ)
T : Sıcaklık (°C)
Q : Isı transfer miktarı (kJ)
P : Basınç (MPa)
m : Kütle (kg)

1. GİRİŞ

Günümüzde, küresel ısınma ve çevre kirliliği sorunları, ekonomistler ve çevreciler arasında büyük endişeler oluşturmaya başlamıştır. Fosil yakıtların tüketimi ile CO_2 emisyonlarının artışının küresel ölçekte sorunlara neden olduğu gözlenmektedir [1,2]. Birçok ülkede, özellikle gelişmiş ülkelerde, yenilenebilir enerji kullanımı artmış ve enerji verimliliği çalışmaları yapılarak sera gazı etkisi yaratan fosil yakıtların kullanımının azaltılmasına yönelik uygulamalara başlanmıştır [3].

Soğutma, bir maddenin veya ortamın sıcaklığını çevre sıcaklığının altına düşürmek ve o sıcaklıkta muhafaza etmek için ısısının alınması işlemidir. Soğutma sistemlerinde kullanılan soğutucu akışkanlar da ozon tabakasını tahrip ederek ve sera gazı etkisi yaratmaktadır. Soğutma sistemleri çerçevesinden bakıldığında da endüstriyel düzeyde büyük uygulamalar için önemli tedbirler alındığı ve bu konuda çalışmaların devam ettiği görülmektedir.Soğutucu akışkanlar değerlendirilirken; Küresel Isınma Potansiyeli (KIP) ,Global Warming Potential (GWP) bir akışkanın GWP değeri 1 olan karbondioksiti (CO2) referans alarak değerlendiren ifadedir. Ozon tabakasını delme potasiyeli, Ozone Depletion Potential (ODP) bir akışkanın ozon tabakasını tahrip etme riski 1 olan R11 molekülünü referans alarak değerlendiren ifadedir. Kloroflorokarbon (CFC) ,hidrokloroflorokarbon (HCFC) ve hidroflorokarbon (HFC) akışkanlarının genel olarak ozon tabakasına zarar verdikleri ve küresel ısınmaya neden oldukları bilinmektedir. Hatta bu gruplardaki bazı soğutucu akışkanlar yasaklanırken bazı soğutucu akışkanlarında kullanımı azaltılmıştır [4].

Yaygın kullanılan soğutucu akışkanların GWP ve ODP değerlerinin yüksek olması nedeniyle alternatif soğutucu akışkan arayışları son yıllarda hız kazanmış olup; bu çalışma kapsamında yapılacak araştırmalarla HFC ve hidrokarbon soğutucu akışkanları kullanılan iki ayrı soğutma üniteleri test edilerek verimlilik analizlerinin yapılması ve karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. KONU, KAPSAM ve LİTERATÜR

Geçmişte ticari ya da ev tipi cihazlarda kloroflorokarbonlar (CFC), hidrokloroflorokarbonlar (HCFC) ve hidroflorokarbonlar (HFC) tipi soğutkanlar yaygın olarak kullanılmaktaydı. Küresel ısınma ve çevre kirliliği endişelerinin artması ve bu soğutkanların çevreye verdikleri zararlar göz önüne alınınca bu tip soğutucu akışkanların kullanımlarına ilişkin bazı düzenlemeler getirildi. Yapılan araştırmalar sonucunda CFC ve HCFC soğutucu akışkanlarının yüksek ODP ve GWP değerine sahip

olduğu, içerdikleri halojen maddenin ozon ile reaksiyona girdiği ve ozon tabakasını incelttiği tespit edildi. Bu nedenle Montreal Protokolü ile bu soğutkanların kullanımları ortadan kaldırılmıştır [5]. HFC grubu soğutkanların ozon tabakasının incelmesiyle ilgili herhangi bir olumsuz etkisi yoktur ve çok düşük ODP değerine sahiptir. Ancak florürlü gazlar olduklarından dolayı iklim değişikliğine neden olan sera gazlarıdır dolayısıyla çevreci bir gaz ailesi değildir. Bu nedenle küresel iklim değişikliğine neden olan altı sera gazının salınımı Kyoto Protokolü ile azaltılmıştır [6]. HFC' ler yüksek GWP değerine sahip florlu sera gazlarıdır. 2014 yılında yayınlanan yeni F-gaz yönetmeliği ile 2030 yılına kadar F-gaz salınımlarının 2/3 oranında azaltması amaçlanmıştır. F-gaz yönetmeliği ile birlikte GWP değeri150'den fazla olan soğutkanların kullanımına ilişkin kota getirilmiştir [7]. F-gaz yönetmeliği ile belirlenen düşük karbonlu yol haritası, sera etkisine sebep olan gazların kademeli azaltılması ve engellenmesi gibi hedefler soğutma sistemleri tasarımcıları yeni bir takım soğutucu akışkan arayışına sokmuştur. Literatüre göz atıldığında son yıllarda hidrokarbon soğutucu akışkanlar üzerine yoğun çalışmalar başlatılmıştır. Hidrokarbonlar doğal soğutkanlar olup sıfır ODP ve çok düşük GWP değerine sahiptir. Bu nedenle hidrokarbon soğutkanların sera etkisi çok düşüktür. R600a, R290 ve R1270 gibi hidrokarbonlar ve karışımları, R134a ve R32 gibi HFCs yerine kullanılabilecek iyi alternatiflerdir. Yüksek yanıcılık özelliği yaygın olarak kullanılmalarını engellese de [8], ticari tipi soğutucular uygun soğutucu akışkan grubu olduğu düşünülmektedir. Çizelge 1' de incelenen çalışmalar da görülen alternatif soğutucu akışkanların fiziksel özellikleri verilmiştir.

Çizelge 1. Soğutucu olarak kullanılan maddelerin fiziksel ve termodinamik özellikleri [9]

Soğutucu Akışkanlar	**Kritik Basınç (kPa)**	**Kritik Sıcaklık (°C)**	**ODP**	**GWP**
R1270	4664.6	92.420	0	3
R290	**4247.1**	**96.675**	**0**	**3**
R600	3796.0	151.975	0	20
R600a	3640.0	134.667	0	20
R717	11333	132.25	0	0
R12	4114.1	112.017	0.82	10720
R22	4988.5	96.130	0.05	1780
R134a	4059.0	101.030	0.000015	1410
R23	4800	25.6	0	12000
R410a	4925	72.4	0	1725

R407c	4634	87.05	0	1520
R404a	**3734.9**	**73.12**	**0**	**3922**
R477	7370	31.1	0	1
R152a	4520	113.3	0	150
R507	3790	70.9	0	3300
R1234yf	3380	94.7	0	4

Bu çalışmada R404a soğutucu akışkanı yerine alternatif olabilecek R290 soğutucu akışkanları performansı araştırılmıştır. Bu anlamda R404a: R125, R134a ve R143a'dan oluşan (ağırlıkca sırasıyla %44 / 4 / 52 oranında) zeotropik bir karışımdır. Çizelge 2' de bu çalışmada kullanılan R404a ve R290 soğutucu akışkanların kimyasal formül ve tanımları verilmiştir.

Çizelge 2. Soğutucu akışkan kimyasal adı ve formülleri

Soğutucu akışkan	Adlandırma	Kimyasal formül
R125	Pentafloroetan	CF_3CHF_2
R134a	Tetrafloroetan	$C_2H_2F_4$
R143a	Trifloroetan	CF_3CH_3
R290	Propan	C_3H_8

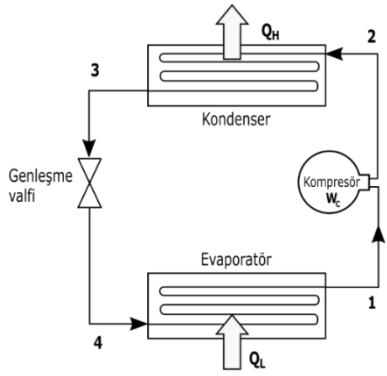
3. TEORİK ANALİZ

Soğutma uygulamalarında en sık kullanılan yöntem olan buhar sıkıştırmalı soğutma çevriminin temel elemanları; buharlaştırıcı (evaporatör), yoğuşturucu (kondenser), kompresör ve fiziksel olarak soğumanın gerçekleştiği kılcal boru veya kısılma vanasıdır. Soğutma çevrimleri ideal buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimi ve gerçek buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimi olmak üzere ikiye ayrılır.

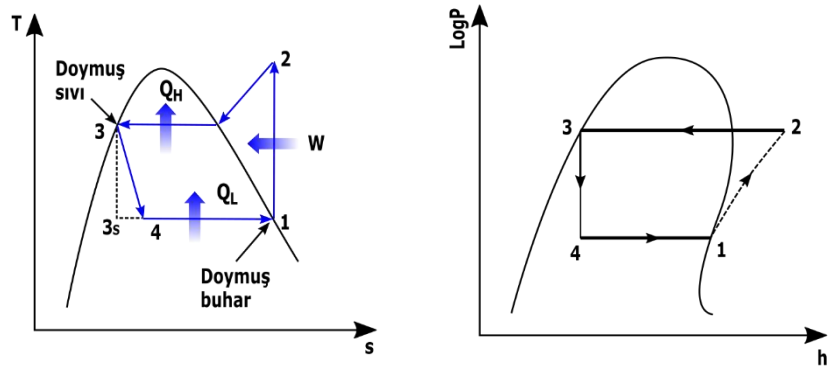
İdeal buhar sıkıştırmalı mekanik soğutma çevrimi

İdeal buhar sıkıştırmalı soğutma çevriminde, soğutucu akışkan Şekil 1' de görüldüğü üzere kompresöre 1 halinde doymuş buhar olarak girer ve kompresörde izantropik olarak sıkıştırılır. Sıkıştırılan akışkanın sıcaklığı çevre sıcaklığının üzerine çıkar ve 2 halinde kızgın buhar olarak yoğuşturucuya girer. Yoğuşma sırasında akışkandan çevreye bir miktar ısı geçişi olur ve akışkan doymuş sıvı olarak kısılma vanasına yönlenir.

Doymuş sıvı halindeki akışkan, kısılma vanasından geçirilerek buharlaştırıcı basıncına kısılır. 4 halinde soğutucu akışkanın sıcaklığı soğutulan ortam sıcaklığının altına düşer. Buharlaştırıcıya doymuş sıvı-buhar karışımı olarak girer. Sonrasında soğutulan ortamdan ısı çekerek soğutucu akışkanın tamamı buharlaşır. Kompresör akışkanı yoğuşma basıncına yükseltir ve çevrim bu şekilde devam eder [10].



Şekil 1. İdeal buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimi



Şekil 2. İdeal Buhar Sıkıştırmalı Çevrim İçin T-s ve P-h Diyagramları

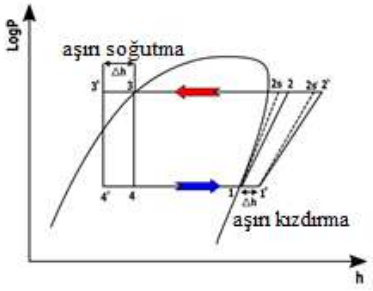
Gerçek buhar sıkıştırmalı mekanik soğutma çevrimi

İdeal buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimi tersinir hâl değişimlerini gerçek sistemlerde sağlamak imkânsızdır. Gerçek buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimi tersinmez hâl değişimleri içerir. Gerçek çevrimlerde

meydana gelen bu tersinmezlikler sistem bileşenlerinde meydana gelen basınç düşümleri ve ısı transferlerinden kaynaklanmaktadır.

Aşırı soğutma (subcooling): kondenserden çıkan ve sıvı halindeki soğutucu akışkanın sabit basınç altında daha da soğutularak, daha düşük sıcaklıkta genleşme valfına girmesini sağlayan işleme aşırı soğutma denir.Aşırı Kızdırma (superheat): Buharlaştırıcı çıkışında yapılan aşırı kızdırma soğutulmak istenen ortamdan daha fazla ısı çekilmesini ve böylece sistem performansının artmasını sağlar. Bunun yanında aşırı kızdırma işlemiyle kompresöre sıvı soğutucu akışkan girmesi de önlenmiş olur.

Şekil 3'de görüldüğü gibi, kondenserde yoğuşma işlemi tamamladıktan sonra, soğutucu akışkanın sıcaklığı düşürülmekte ve 3' noktasına getirilmektedir. 3-3^1 noktaları arasında yapılan işlem aşırı soğutma olarak tanımlanmaktadır.1-1^1 de noktaları arasında yapılan işlem aşırı kızdırma olarak adlandırılır.



1-1^1 aşırı ısıtma, 1^1-2^1 kompresör işi, 2^1-3^1 kondenserden ısı atımı, 3-3^1 aşırı soğutma, 4^1-1^1 evaporatörden ısı çekimi

Şekil 3. Aşırı soğutma ve aşırı kızdırmanın T-s ve P-h diyagramları üzerinde gösterimi

Sistemin performans analizi termodinamiğin birinci kanununa dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Soğutma sistemine ait birinci kanun analizinde, kondenser, evaporatör ve kompresör kapasiteleri, Şekil 3 ' deki çevrim noktaları göz önüne alınarak, sırasıyla aşağıdaki denklemler aracılığıyla hesaplanmıştır.

$E_{gir} - E_{çık} = dE_{sist}$ (1)

$dQ-dW=dh +dKE+dPE$ (2)

Kompresörde gerçekleşen işlem; $dQ=dKE=dPE=0$ kabulu yapıldığından

$W_{komp} = m(h_2 - h_1)$ (3)

Kondenserde gerçekleşen işlem; $dW= dKE=dPE=0$ kabulu

$Q_{kond} = m(h_3 - h_2)$ (4)

Genleşme valfinde gerçekleşen işlem; $dW=dQ= dKE=dPE=0$ kabulu yapıldığından $h3 = h_4$ yani entalpi bu işlem boyunca sabit kalmaktadır.

Evaporatörde gerçekleşen işlem; $dW= dKE=dPE=0$ kabulu yapıldığından

$Q_{evap} = m(h_1 - h_4)$ (5)

Soğutma sistemin etkinlik katsayısı ($COPs$) = $COPs = (Q_{evap}/W_{komp})$ (6)

$COPs = (h_1-h_4 / h_2-h_1)$ (7)

4. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada 3,54 kW soğutma kapasiteli R404a ve R290 soğutucu akışkanı ile çalışan buhar sıkıştırmalı iki ayrı soğutma sistemi tasarlanmış imal edilmiş ve aynı şartlar altında test edilmiştir. Testler, test odasında belirli şartlar altında (Class-3 25°C sıcaklık / 60 bağıl nem (%RH)) gerçekleştirilmiştir. Analizlerde aynı özelliklere sahip iki ayrı sistemde sadece soğutucu akışkan değişimi halinde sistem performansında meydana gelen değişimler araştırılmış ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

Sistemlerde, her iki soğutucu akışkana da uygun scroll tip kompresör, bakır boru alüminyum kanatlı hava soğutmalı evaporatör, kondenser ve kılcal boru kullanılmıştır. R290 soğutucu akışkanlı sisteme 0,65 kg, R404a soğutucu akışkanlı sisteme ise 2 kg gaz şarjı yapılmıştır.

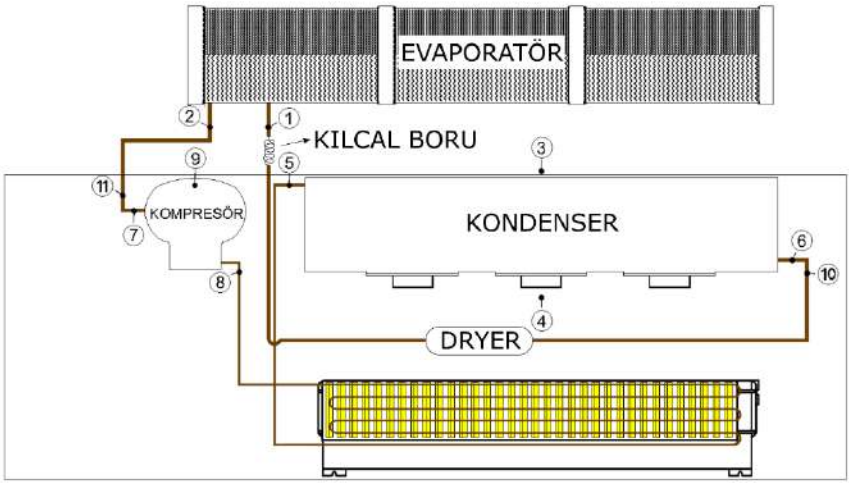
Test odalarında EN ISO 23953-2 standarttı kapsamında, kalibrasyonlu test cihazlarıyla, soğutma sistem performansı, enerji tüketimi, enerji verimliliği gibi testler yapılmıştır. Bu testler gerçekleştirilirken soğutma sistemleri ekipmanlarının (kompresör kondenser evaporatör giriş çıkış sıcaklık değerleri) belirli noktalarından termokupllar vasıtasıyla her bir dakikada bir örneklemeyle sıcaklık ölçümleri alınarak, veri takip programı üzerinden

veriler analiz edilmektedir. Bu testlerde yapılan ölçümlerde kullanılan ölçüm aletleri ile ilgili detaylı bilgi Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Testlerde kullanılan ölçüm aletlerine ilişkin bilgiler

Cihaz Adı	**Markası**	**Modeli**	**Ölçüm Aralığı**	**Birim**	**Hassasiyet**
Sıcaklık Ölçer	Omega	CL-23A	-40 / +150 °C	°C	± % 0.02
Basınç Transmitteri	Eliwell	HP	0-30 bar	bar	± 0.1 bar
Basınç Transmitteri	Eliwell	LP	0,5-8 bar	bar	± 0.01 bar
Test Odası Sıcaklık Ve Bağıl Nem Ölçer	Rotronic	M23W2HT-1X	0 / +50 °C 0-100 %RH	°C / %RH	± % 1.5 RH ± 0.03 °C
Test Odası Hava Hızı Ölçer	E+E Elektronik	EE66-VA3 EE660-V7	0-2 m/s	m/s	± 0.01
Vakum Pompası	Value	VP2200	0,04-0,8 Pa	Pa	±0.02
Dijital Gaz Terazi	Value	VES-100B	0-100 kg	kg	± % 0,05
Dijital Manifold	Testo	550	-50 / +150 °C -1 / +60 bar	bar	± 0.1 °C ± 0.01 bar
Enerji Analizörü	Janıtza	UMG508	-	amper volt	Akım ± % 0.2 Gerilim ± % 0.1
Debimetre	Sıemens	SITRANS FC MASS 6000	0-1000 kg/h	kg/h	± % 0.1

Aynı zamanda test odalarında bulunan enerji analizörleri vasıtasıyla sistemin enerji tüketim değerleri, basınç transmitterleri ile alçak-yüksek basınç değerleri, debimetre de kullanılarak soğutucu akışkan debisi ölçülmüştür. Şekil 4' de soğutma sistemi ve ölçüm noktaları verilmiştir.



Şekil 4. Deneysel soğutma sistemi ve ölçüm noktaları

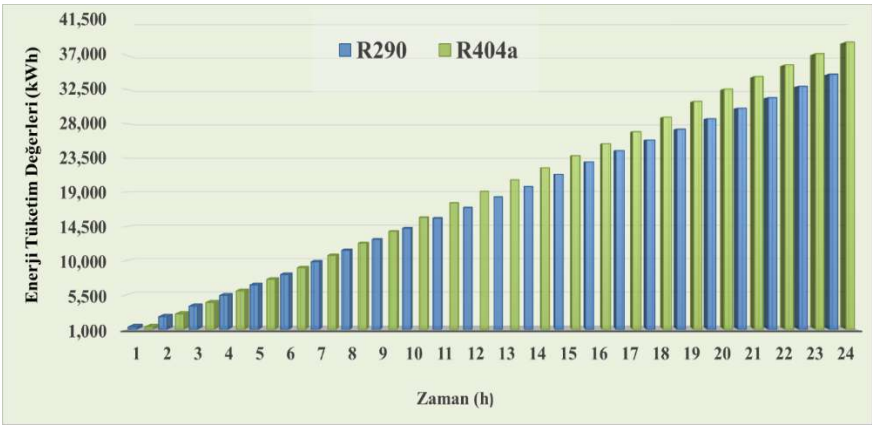
1-Evaporatör Giriş Sıcaklık Değeri
2-Evaporatör Çıkış Sıcaklık Değeri
3-Kondenser Hava Giriş Sıcaklık Değeri
4-Kondenser Hava Çıkış Sıcaklık Değeri
5-Kondenser Gaz Giriş Sıcaklık Değeri
6-Kondenser Likit Çıkış Sıcaklık Değeri
7-Kompresör Emiş Sıcaklık Değeri
8-Kompresör Basma Hattı Sıcaklık Değeri
9-Kompresör Gövde Sıcaklık Değeri
10-Yüksek Basınç Değeri
11-Alçak Basınç Değeri

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada soğutma sistemlerinde çevresel etkinin azaltılması ve enerji verimliliğinin artırılması açısından soğutma sistemlerinde kullanılabilecek soğutucu akışkan R290 (propan) performansı deneysel olarak incelenmiştir.

24 saat boyunca yapılan test sonucunda R290 soğutucu akışkanlı soğutma sistemi enerji tüketimi 34,5 kWh/24h, R404a soğutucu akışkanlı soğutma sistem enerji tüketimi 38,7 kWh/24h olarak ölçülmüştür. Bu bağlamda R290 soğutucu akışkanlı soğutma sisteminin %12 daha az enerji tüketerek daha verimli olduğu analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre

her iki sistem içinde enerji tüketimlerinin zamana göre değişimi Şekil 5' de verilmiştir.



Şekil 5. Enerji Tüketiminin Zamana Göre Değişimi

Çizelge 1' de verilen soğutucu akışkanların mevcut GWP değerlerine göre;

R290 (Propan) soğutucu akışkanlı soğutma sisteminde 0,65 kg x 3 = 1,95 kg eşdeğer CO_2 salınımı hesaplanmıştır.

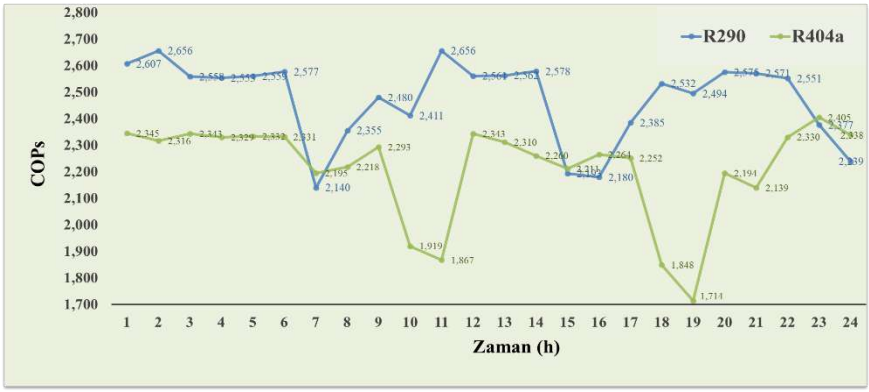
R404a soğutucu akışkanlı soğutma sisteminde ise 2 kg x 3922 = 7844 kg eşdeğer CO_2 salınımı hesaplanmıştır. Bu sistemde propan kullanılarak 7844-1,95=7842,05 kg daha az CO_2 salınımı yapılmıştır.

Tüm bu analizlerin ardından elde edilen değerlerden yola çıkılarak soğutma etkinlik katsayısı eşitlik 6 kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda Çizelge 3' de COPs değerleri verilmiştir.

Çizelge 3. R290 ve R404a soğutucu akışkanların COPs değerleri

Soğutucu akışkan	**COPs değerleri**
R290	2,5
R404a	2,2

Bu hesaplamalar sonucunda R290 ve R404 soğutucu akışkanların kullanıldığı soğutma sistemlerinde COPs değerlerinin zamana göre değişimi Şekil 6 ‘ da gösterilmiştir.



Şekil 6. R290 ve R404a soğutucu akışkanların kullanıldığı soğutma sistemlerinde COPs -Zaman değişimi

Ayrıca soğutma sistemlerinde sık kullanılan soğutucu akışkanların maliyetleri de Çizelge 4‘ de 2019 yılı verilerine göre ortalama olarak verilmiştir. Bu çalışmada maliyet açısından kullanılan R290 (propan) soğutucu akışkanın R404a soğutucu akışkana göre daha avantajlı olduğu görülmüştür.

Soğutucu Akışkan	Maliyeti (USD/kg)
R134a	11,84
R22	10,53
R32	9,47
R404a	11,82
R410a	11,35
R1234-yf	153,48
R1234-ze	41,9
R290 (Propan)	6,56
R717 (Amonyak)	1,49
R744	0,59

Çizelge 4. Soğutucu akışkanların güncel ortalama maliyet tablosu

Bu çalışma da kullanılan soğutucu akışkanların Çizelge 5' de verilen emniyet sınıflandırmasına göre propanın yüksek yanıcılık özelliği R404a dan fazla olması performans anlamındaki birçok özelliğine rağmen tedbir alınarak çalışılmasına dikkat edilmelidir [11].

Çizelge 5. Bazı soğutucu akışkanların yaygın emniyet grubu

Yanıcılık Sınıfı		**Zehirlilik Sınıfı**	
		Grup A	Grup B
		Düşük zehirlilik	Yüksek zehirlilik
3	Yüksek yanıcılık	**R290**, R600	
2	Düşük yanıcılık		R152
1	Alevlenme özelliği yok	**R404a**, R410A, R134a, R507	R123

Bu analizler sonucunda;

1. R404a 'lı sistemin COPs değeri 2,2 dir.R290 'lı sistemin COPs değeri 2,5 olarak hesaplanmıştır.
2. Yapılan test sonuçlarında 24 saatlik çalışma süresi sonunda R290 ' lı sistemin R404a 'lı sisteme göre %12 daha az enerji tükettiği görülmüştür.
3. Soğutma sistemleri kullanılan akışkanlar açısından önemlidir. Kullanılan propanın GWP değeri 3 iken R404a 'nın 3922 ' dir. Sistemdeki R290 miktarı 0,65 kg diğer sistemdeki R404a miktarı 2 kg dır. Bu anlamda bu sistemde R290 kullanımı ile 7842 kg eşdeğer CO_2 salınımı azaltılmıştır.
4. Propanın soğutma sistemlerinde yanıcılık açısından önemli tedbirler alınarak kullanılabileceği gözlemlenmiştir.

Bu sonuçlar göz önüne alınarak soğutma sistemlerinde, R404a soğutucu akışkanlı sistemler yerine R290 soğutucu akışkanlı sistemlerin kullanılması çevreye etkisi ve enerji verimliliği açısından iyi bir alternatif olduğu görülmüştür.

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışma da vermiş olduğu katkılardan dolayı Nurdil Soğutma A.Ş' ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

[1] FODHA,M., ZAGHDOUD,O., 2009."Economic Growth and Pollutant Emissions in Tunisia: an Empirical Analysis of the Environmental Kuznets Curve". Energy Policy 38(2009), 1150–1156. 2009.

[2] LAU,L.S., CHOONG,C.K., ENG,Y.K., 2014. "Investigation of the Environmental Kuznets Curve for Carbon Emissions in Malaysia: Do Foreign Direct Investment and Trade Matter?". Energy Policy, 68, 490–497,2014.

[3] KANEMOTO,K., MORAN,D., LENZEN,M., GESCHKE,A., 2014. "International Trade Undermines National Emission Reduction Targets: New Evidence from Air Pollution". Glob. Environ. Chang. 24, 52–59,2014.

[4] ARAZ, A., GÜNGÖR, A., HEPBAŞLI, A.,"Düşük Küresel Isınma Potansiyeline Sahip Soğutucu Akışkanların Soğutma Uygulamalarındaki Kullanımının Değerlendirilmesi", 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17/20 Nisan 2013.

[5] GUSTAFSSON, O., ROLFSMAN, L., JENSEN, S. ve LİNDAHL, M., (2017). "Evaluation of Alternativers to R404– The Most Common Refrigerant in Swedish Grocery Stores", 12th IEA Heat Pump Conference, 29 Mayıs 2017, Roterdam.

[6] CALM, J.M., (2008). "The next generation of refrigerant- Historical review, considerations, and outlook", International Journal of Refrigeration, 31(7):1123-1133.

[7] EU Regulations, Fluorinated greenhouse gases, http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/LSU/?uri=uriserv:OJ.L_.2014.150.01.0195.01.ENG, 16 Nisan 2014.

[8] The Linde Group, EU F-Gas Regulation EN 517/2014, www.linde-gas.com/internet.global.lindegas.global/en/images/F-gas%20regulation%20overview%20brochure17_135449.pdf?v=4.0, 2014.

[9] KİLİCARSLAN A, HOSOZ M. Energy and irreversibility analysis of a cascade refrigeration system for various refrigerant couples. Energy Convers Manage 2010;51(12):2947–54.

[10] ÇENGEL, A.Y. ve BOLES, A.M., Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, 2. cilt, Derbentli, T., Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2008.

[11] ASHRAE, Fundamentals. American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers Inc, 2017.

FOOD ENGINEERING
GIDA MÜHENDİSLİĞİ

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

TÜKETİCİLERİN GIDA KATKI MADDELERİ HAKKINDA BİLGİ DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

Determination of the knowledge level of consumers about food additives

Arzu Çağrı Mehmetoğlu[1]

[1]*Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Esentepe, Adapazarı*

Öz: Giriş ve Amaç: Bu çalışma halkın gıda katkı maddeleri hakkında ne kadar bilgi sahibi oldukları, satın aldıkları hazır gıdaların içeriğini inceleyip incelemedikleri, gıda katkı maddelerinin sağlığa zararlı olması/olmaması, gıda katkı maddelerinin devlet tarafından denetlenip denetlenmediği, gıdaların renk ve aromasının tercih sebebi olması vb. gibi konulara değinilerek halkın gıda katkı maddelerine karşı tutumu ve bakış açısı değerlendirilmiştir. Materyal ve Yöntem: Bu çalışma için farklı yaş, cinsiyet ve eğitim seviyesinde 388 bireye birebir anket düzenlenmiş ve sonuçlar SPSS programında değerlendirilmiştir. Sonuç: Katılımcıların %72,7'si gıda ürünlerini satın alırken içindekiler kısmını incelediğini, %33,3'ü gıda katkı maddeleri hakkında yeterli bilgiye sahip olduğunu, %42'si E kodları hakkında hiçbir fikrinin olmadığını, %78,3'ü ise ürün satın alırken 'katkı maddesi yoktur' ifadesine göre tercihlerini değiştirdiğini belirtmiştir. Ayrıca, katılımcıların %50,5'i gıda katkı maddelerinin gıda güvenliği için kullanılması gerektiğini düşünürken, %59,3'ütükettiğimiz katkı maddelerinin sağlık açısından güvenli olmadığını, %49,3'ü ise katkı maddelerinin denetlenmediğini düşünmektedir. Katılımcıların %70,4 ü gıda katkı maddesi içeren ürün tükettiğini, %18,5'inin ise kullanmadığını; %63,4 ürünün ürün renginin tercihini etkilediğini, %79,6'sının ise ürün aromasının tercih sebebi olduğunu belirtmiştir. Bu çalışma için yapılan anket çalışmasının sonuçlarına göre genel olarak kadınların erkeklere göre daha dikkatli ve gıda katkı maddelerine karşı daha temkinli olduğu, eğitim seviyesindeki artış ile gıda katkı maddelerine olan bilgi ve ilgi üzerinde etkisi olduğu ve genel olarak 15-35 yaş aralığının daha dikkatli olduğu görülmüştür. Anket sonuçlarına göre; kadınların satın aldıkları gıdaların etiketlerini inceleme oranının erkeklerden %10 fazla olduğu görülmektedir. Yaş bazında bakıldığında etiket içeriği okuma oranının 35-55 yaş aralığı bireylerde %82,5 gibi yüksek bir değere sahip olmasına karşın, 55 yaş üstü bireylerde bu oranın %64,6'ya düştüğü görülmektedir. 15-35 yaş aralığı bireylerde bu oran yaklaşık %71,4'dür. Bireylerin etiket inceleme oranları eğitim seviyeleri bazında incelendiğinde, lisans seviyesinde eğitim görmüş kişilerde bu oran %75,2 iken, lise seviyesinde %70,6, ilköğretim seviyesinde bireylerde ise %67,7'ye düştüğü görülmektedir. Buradan sonuç olarak eğitim seviyesi arttıkça bireylerin tükettikleri gıdaların içeriği hakkında ilgisinin de arttığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Gıda katkı maddeleri, tüketici anketi, tüketici bilgi düzeyi

Abstract: This study shows how much public knowledge about food additives, whether they examine the contents of ready-to-buy foods, whether or not food additives are harmful to health, whether food additives are controlled by the state, color and aroma of foods are preferred, and the attitude and perspective of the public towards food additives were evaluated. For this study, one-to-one questionnaires were conducted to 388 individuals at different age, gender and educational levels and the results were evaluated in SPSS program. 72.7% of the participants examined the ingredients while purchasing food products, 33.3% had sufficient knowledge about food additives, 42% had no idea about E codes, and 78.3% When buying the product 'no additives' according to the expression that changed their preferences. In addition, while 50.5% of the participants think that food additives should be used for food safety, 59.3% think that the additives we are consuming are not safe from health and 49.3% do not control the additives. 70.4% of the participants stated that they consume products containing food additives and 18.5% do not use them; 63.4% stated that the product affects the choice of product color and 79.6% stated that the product aroma is the reason for preference. According to the results of the survey conducted for this study, it was seen that women were more careful and more cautious towards food additives than women, it had an effect on the increase in education level and knowledge and interest in food additives and the age range of 15-35 was more careful. . According to the survey results; it is seen that the rate of women to examine the labels of the foods they buy is 10% higher than that of men. In terms of age, it is seen that although the label content reading rate is as high as 82.5% in individuals between the ages of 35-55, it decreases to 64.6% in individuals over 55 years of age. This rate is approximately 71.4% in individuals aged 15-35 years. When the label examination rates of the individuals are examined on the basis of education levels, it is seen that this ratio is 75.2% among the individuals who have been educated at the undergraduate level, while it decreases to 70.6% for high school level and 67.7% for individuals at primary level. As a result, it can be said that as the level of education increases, individuals are more interested in the content of the foods they consume.

Keywords: Food additives, costumer questionnaire, costume knowledge

GİRİŞ

Gıdaların içerisinde doğal olarak bulunan ya da gıdalardan farklı yöntemlerde elde edilen veya kimyasal olarak üretilen maddelere gıda katkı maddeleri denir. Bunlar gıdalarda besin değerini yükseltmek ve kaybını önlemek, kalitesini sürdürmek, raf ömrünü uzatmak, renk vermek, albenisini arttırmak, tat ve kokusunun tüketicinin hoşuna gidecek hale gelmesini sağlamak gibi amaçlarla kullanılırlar (Özkaya, 2004).

Gıda katkı maddeleri çok kapsamlı güvenlik testlerinden geçtikleri taktirde kullanımına izin verilen maddelerdir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından kurulmuş olan Kodeks Alimentarius Komisyonu (Codex Alimentarius Commission-

CAC), JECFA (Gıda Katkıları FAO/WHO Ortak Uzmanlar Komitesi), EFSA (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi) ve FDA (Birleşik Devletler Gıda ve İlaç İdaresi) gibi kuruluşların iznine bağlı olarak kullanılırlar (Anonim, 2013). İlgili katkı maddesinin kullanılmasının şartı ise insan sağlığına herhangi bir zararı olmadığının belli başlı güvenlik testleri ile kanıtlanmasıdır. Deney hayvanlarına test edilen katkı maddesi belli miktarlarda verilir, bazı toksikolojik testler uygulanarak hayvanlarında gösterdikleri etkiler tespit edilir. Olumsuz bir etki göstermeyen miktar üzerinden bazı hesaplamalar yapılır ve insanların güvenle tüketebileceği miktarlar tespit edilir.

Katkı maddelerinin kullanımı yapılan çalışmalarla birlikte tüketicinin sağlığını tehdit etmeyecek şekilde düzenlense bile tüketicilerin kafasında soru işaretleri bulunmaktadır. Yapılan bazı anket çalışmaları tüketicilerin katkı maddeleri ile ilgili önyargılarını ve bazı konularda yanlış bilgiye sahip olduklarını göstermektedir. Özellikle monosodyumglutamat, sitrik asit, benzoatlar, nitrit-nitrat, gıda boyaları gibi bazı katkı maddeleri fazlaca gündeme gelmekte ve tüketiciler bu maddeleri içeren ürünlerin kullanımına temkinli yaklaşmaktadırlar. Özellikle medyada katkı maddeleri hakkında çok fazla yanlış anlaşılma bulunduğundan bu da tüketicileri yanıltmaktadır. Bu noktada tüketicilerin kafasına takılan sorular doğru bilgi ile cevaplanmalıdır.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışma tüketicilerin gıda katkı maddeleri hakkında bilgi seviyesini araştırmak amacıyla, 2019 Mart ayında yüz yüze, Google Form ve telefon görüşmeleri ile farklı cinsiyet, eğitim durumu ve yaş aralıklarında olan toplam 388 bireye yapılmıştır. Sorular 5'li Likert tipi hazırlanmış olup, anket çalışması 15-24, 25-34, 35-55 ve 55 yaş üstü, eğitim durumları ve cinsiyete göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Araştırma verileri SPSS 18.0 versiyon istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Anket şu soruları kapsamaktadır:

Gıda ürünlerini satın alırken içindekiler bölümünü inceler misiniz?

Gıda katkı maddelerine verilen E kodları hakkında bilgi sahibi olduğunuz düşünüyor musunuz?

Gıda katkı maddeleri gıdanın güvenliği için kullanılmalı mıdır?

Gıdalarda kullanılan katkı maddeleri denetleniyor mu?

Gıda katkı maddeleri hakkında yeterli bilgiye sahip misiniz?

Tükettiğimiz gıda katkı maddelerinin sağlık açısından güvenli olduğunu düşünüyor musunuz?

Ürünlerde bulunan ‘katkı maddesi yoktur’ ifadesi ürün tercihinizi etkiler mi?

Satın aldığınız ürünün rengi ürün tercihinizi etkiler mi?
Satın aldığınız ürünün aroması ürün tercihinizi etkiler mi?
Gıda katkı maddesi içeren ürün tüketiyor musunuz?

BULGULAR

Ankete toplam 388 kişi katılım göstermiş ve katılımcıların %49,7'si erkek, %50,3'si kadındır. Katılımcıların yaşları ve eğitim durumu oranları aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Katılımcıların yaş aralığı ve eğitim durumu dağılımı

Yaş aralığı	Katılım sayısı	Katılım oranı (%)
15-24	157	40,5
25-35	80	20,6
35-55	86	22,8
55 ve üzeri	65	16,8
Toplam	**388**	**100,0**
Eğitim durumu	**Katılım sayısı**	**Katılım oranı (%)**
İlköğretim	68	17,5
Lise	102	26,3
Lisans	218	56,2
Toplam	**388**	**100,0**

Birinci soruda insanların gıda ürünleri satın alırken ambalaj üzerinde bulunan gıdanın içeriğini gösteren "içindekiler" kısmını inceleme oranları gözlenmiştir (Tablo 2). Sonuçlara göre katılımcıların büyük bir kısmı (%72,7) gıda ürünleri satın alırken içindekiler kısmını incelediğini söylemiştir. Katılımcıların %20,6'lık kesimi ise gıda ürünlerini satın alırken içindekiler kısmını incelememektedir.

Tablo 2 Ankete cevap veren kişilerin gıda ürünleri satın alırken içindekiler kısmını inceleme oranları.

Cevaplar	Katılım sayısı	Katılım oranı (%)
Evet, kesinlikle katılıyorum	98	25,3
Evet, katılıyorum	184	47,4
Hiç fikrim yok	26	6,7
Hayır, katılmıyorum	58	14,9
Hayır, kesinlikle katılmıyorum	22	5,7
Toplam	**388**	**100,0**

Kadın katılımcıların içindekiler kısmını inceleme oranı erkek katılımcılara oranla yaklaşık %10 fazladır. Bu durum kadınların erkeklere göre ürün satın alırken daha dikkatli olduğunu göstermektedir. Lisans seviyesinde eğitim görmüş kişilerde içindekiler kısmını inceleme oranı %75,6 iken lise seviyesinde bu oran %70,6 ve ilköğretim seviyesinde %67,7'dır. Bu sonuçlara bakılarak katılımcıların eğitim seviyesi yükseldikçe içindekiler kısmını okumaya eğilim de arttığı görülmüştür. Ayrıca 15-24 ve 25-35 yaş gruplarının ürün satın alırken içindekiler kısmını inceleme oranı 35-55 ve 55 yaş üstü gruplarından yüksektir. Sonuçlar incelendiğinde genç insanların ürünlerin içindekiler kısmını okuma konusunda daha dikkatli olduğu görülmüştür.

İkinci soruda katılımcılara gıda katkı maddelerine verilen E kodlar hakkında bilgi sahibi olup olmadıklarını sorduk. Katılımcıların büyük bir kısmı (%42) E kodlar hakkında hiçbir fikirlerinin olmadığını söylemişlerdir (Tablo 3). Diğer yandan E kodlar hakkında bilgisi olan (%28,9) ve E kodlar hakkında bilgisi olmayan kişilerin sayısı (%29,1) hemen hemen birbiriyle aynıdır. Bu çalışmada kadın ve erkek katılımcıların soruya verdikleri cevapların oranları birbirine çok yakın bulunmuştur. E kodlar hakkında bilgi sahibi olmanın cinsiyete göre farklılık göstermediği, erkek ve kadın katılımcıların E kodlar hakkında bilgi seviyelerinin birbirine benzer olduğu görülmüştür. Ancak ilköğretim seviyesinde E kodlar hakkında bilgisi olanlar %10,3 iken bilgisi olmayanlar %45,6'dır. Bu durum lisans seviyesine bakıldığında E kodlar hakkında bilgisi olanlar %37,2'ye çıkarken bilgisi olmayanlar %26,1'e düşmüştür. Bu çalışmada eğitim seviyesindeki artışın insanların E kodlar hakkındaki farkındalığını artırdığını göstermiştir. Ayrıca yaş yükseldikçe E kodlar hakkında bilgi sahibi olan insanların sayısının azaldığı ve gençlerin E kodlar hakkında daha bilgili olduğu görülmüştür. Bu çalışma gençlerin daha dikkatli tüketiciler olduğunu göstermiştir.

Tablo 3. Ankete cevap veren kişilerin E kodlar hakkındaki bilgi oranları

Cevaplar	Katılım sayısı	Katılım oranı (%)
Evet, kesinlikle katılıyorum	31	8
Evet, katılıyorum	81	20,9
Hiç fikrim yok	163	42
Hayır, katılmıyorum	62	16
Hayır, kesinlikle katılmıyorum	51	13,1
Toplam	**388**	**100,0**

Üçüncü soruda insanlara gıda katkı maddelerinin gıdaların güvenliği için kullanılmasının gerekliliğini sorduk. Sonuçlara göre katılımcıların yaklaşık yarısı (%50,5) gıda katkı maddelerinin gıda güvenliği için kullanılması gerektiğini savunurken, katılımcıların %33,2'si ise gıda katkı maddelerinin gıda güvenliği için kullanılmamasını düşünmektedir (Tablo 4). Erkek katılımcıların %55,4'ü gıda katkı maddelerinin gıda güvenliği için kullanılması gerektiğini savunurken kadınlarda bu oran %45,7'dir. Sonuçlara bakıldığında erkeklerin kadınlara kıyasla gıda katkı maddeleri kullanımına daha sıcak baktığı kadın katılımcıların ise gıda katkı maddelerinin gıda güvenliği için kullanılmasına daha temkinli yaklaştığı görülmüştür. Bu çalışmada verilen cevaplar katılımcıların eğitim seviyelerine göre incelendiğinde eğitim seviyesi arttıkça gıda katkı maddelerinin gıdaların güvenliği için kullanılması gerektiğini düşünenlerin oranı azalmıştır. Elde edilen sonuçlar eğitim seviyesindeki artış ile katılımcıların gıda katkı maddelerinin kullanımına daha güvensiz bir yaklaşım sergilediklerini göstermektedir. 55 yaş üstü grubun diğer yaş gruplarına göre gıda katkı maddelerinin gıdaların güvenliği için kullanılması konusunda daha güvensiz olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4. Ankete cevap veren kişilerin gıda katkı maddelerinin gıdaların güvenliği için kullanılmaları gerektiğini düşünme oranları

Cevaplar	Katılım sayısı	Katılım oranı (%)
Evet, kesinlikle katılıyorum	73	18,8
Evet, katılıyorum	123	31,7
Hiç fikrim yok	63	16,2
Hayır, katılmıyorum	89	22,9
Hayır, kesinlikle katılmıyorum	40	10,3
Toplam	**388**	**100,0**

Dördüncü soruda katılımcıların gıdalarda kullanılan katkı maddelerinin denetlenip denetlenmediği hakkındaki fikirlerini inceledik (Tablo 5). Sonuçlara göre katılımcıların büyük bir kısmı (%49,3) gıdalarda kullanılan katkı maddelerinin yeterince denetlenmediğini düşünmektedir. Katılımcıların %35,3'ü ise gıdalarda kullanılan katkı maddelerinin denetlendiğini düşündüğünü bildirmektedir. Sonuçlar incelendiğinde kadın ve erkek katılımcıların gıda katkı maddelerinin denetlenip denetlenmediği konusundaki düşüncelerinin birbirine yakın olduğu ancak kadın katılımcıların erkeklere göre biraz daha güvensiz olduğu görülmüştür. İlköğretim ve lise seviyelerinde bu görüşe katılan ve katılmayanların oranları birbirlerine yakınken lisans seviyesinde katkı

maddelerinin denetlenmediğini düşünenlerin sayısı (%58,3), denetlendiğini düşünenlerin sayısının (%26,6) iki katından daha fazladır. Yapılan çalışma sonucunda eğitim seviyesindeki artış ile katılımcıların denetimlere olan güvensizliği arasında doğru orantı olduğu gözlenmiştir. Ayrıca 35-55 yaş grubunun diğer gruplara oranla katkı maddeleri konusundaki denetimlere güveninin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Beşinci soruda insanların gıda katkı maddeleri hakkında yeterli bilgiye sahip olup olmadığını araştırdık (Tablo 6). Sonuçlara göre katılımcıların %37,1'i gıda katkı maddeleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarını söylerken ankete katılanların %33,3'ü ise gıda katkı maddeleri hakkında yeterli bilgiye sahip olduklarını belirtmiştir.

Tablo 5. Ankete cevap veren kişilerin gıdalarda kullanılan katkı maddelerinin denetlendiğini düşünme oranları

Cevaplar	Katılım sayısı	Katılım oranı (%)
Evet, kesinlikle katılıyorum	24	6,2
Evet, katılıyorum	113	29,1
Hiç fikrim yok	60	15,5
Hayır, katılmıyorum	126	32,5
Hayır, kesinlikle katılmıyorum	65	16,8
Toplam	**388**	**100,0**

Tablo 6.Ankete cevap veren kişilerin gıda katkı maddeleri hakkında yeterli bilgiye sahip olduklarını düşünme oranları

Cevaplar	Katılım sayısı	Katılım oranı (%)
Evet, kesinlikle katılıyorum	19	4,9
Evet, katılıyorum	110	28,4
Hiç fikrim yok	115	29,6
Hayır, katılmıyorum	108	27,8
Hayır, kesinlikle katılmıyorum	36	9,3
Toplam	**388**	**100,0**

Kadın ve erkek katılımcıların verdikleri cevaplar birbirine çok yakındır. Bu sonuçlara göre kadın ve erkek katılımcıların gıda katkı maddeleri hakkındaki bilgilerinin benzer düzeyde olduğu görülmektedir.

Ankete verilen cevaplar eğitim seviyelerine göre incelendiğinde en fazla ilköğretim seviyesinde eğitim görmüş katılımcılar gıda katkı maddeleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarını söylemiştir. Katılımcıların görmüş oldukları eğitimin gıda katkı maddeleri hakkındaki bilgilerini de etkilediği ve her eğitim grubunun farklı oranlarda cevaplar verdiği görülmüştür. 15-24 ve 25-35 yaş gruplarının gıda katkı maddeleri hakkında 35-55 ve 55 yaş üstü gruplarına göre daha bilgili oldukları görülmüştür. Bu çalışmada gıda katkı maddeleri hakkında farkındalığın gelişmesinde yaşın önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Altıncı soruda katılımcıların tükettikleri gıda katkı maddelerinin sağlık açısından güvenli olup olmadıkları hakkındaki fikirlerini sorduk. Sonuçlara göre katılımcıların büyük bir kısmı (%59,3) tükettikleri gıda katkı maddelerinin sağlık açısından güvenli olmadığını düşünmektedir. Katılımcıların %19,6'sı ise tükettikleri gıda katkı maddelerinin sağlık açısından güvenli olduğunu düşünmektedir (Tablo 7). Erkek katılımcıların %55,4'ü tükettikleri gıda katkı maddelerinin sağlık açısından güvenli olmadığını düşünmektedir. Kadın katılımcılarda ise bu oran %63,0'dır. Sonuçlara göre kadınlar katkı maddelerinin sağlık açısından güvenilirliği konusunda erkeklere göre daha güvensizdir. Ayrıca 35-55 ve 55 yaş üstü grupları, 15-24 ve 25-35 yaş gruplarına göre tükettikleri katkı maddelerinin sağlık açısından güvenli olduklarını daha fazla oranda düşünmektedirler bu sonuç ise gençlerin daha ileriki yaştakilere kıyasla katkı maddelerine sıcak bakmadığını göstermektedir.

Tablo 7. Ankete cevap veren kişilerin tükettikleri katkı maddelerinin sağlık açısından güvenli olduğunu düşünme oranları

Cevaplar	Katılım sayısı	Katılım oranı (%)
Evet, kesinlikle katılıyorum	13	3,4
Evet, katılıyorum	63	16,2
Hiç fikrim yok	82	21,1
Hayır, katılmıyorum	124	32
Hayır, kesinlikle katılmıyorum	106	27,3
Toplam	**388**	**100,0**

Yedinci soruda ürünlerde bulunan 'katkı maddesi yoktur' ifadesinin ürün tercihlerine etkisi incelenmiştir (Tablo 8). 'Katkı maddesi yoktur' ifadesi katılımcıların çoğuna göre (%78,3) ürün tercihlerinde etkili olmaktadır. Aksini düşünen ve 'katkı maddesi yoktur' ifadesinin ürün tercihlerine etki etmediklerini düşünenlerin oranı %14,7'dir. Bu soruya verilen cevaplar katılımcıların cinsiyetlerine göre incelendiğinde

sonuçların birbirine yakın olduğu görülmüştür. Hem kadın hem erkek katılımcılar için ürünlerdeki 'katkı maddesi yoktur' ifadesinin ürün tercihlerinde önemli olduğu görülmektedir. Bu çalışmada 25-35 ve 35-55 yaş gruplarında 'katkı maddesi yoktur' ifadesinin ürün tercihlerine etkisi olduğunu düşünenlerin oranı diğer iki gruba oranla yüksek çıkmıştır. Özellikle 25-35 yaş grubunda bu oranın %90 seviyesinde olması 'katkı maddesi yoktur' ifadesinin ürün tercihlerine etkisinin oldukça yüksek olduğunu göstermiştir.

Tablo 8. Ankete cevap veren kişilerin ürünlerde bulunan 'katkı maddesi yoktur' ifadesinin ürün tercihlerine etki oranı

Cevaplar	Katılım sayısı	Katılım oranı (%)
Evet, kesinlikle katılıyorum	137	35,3
Evet, katılıyorum	167	43
Hiç fikrim yok	27	7
Hayır, katılmıyorum	45	11,6
Hayır, kesinlikle katılmıyorum	12	3,1
Toplam	**388**	**100,0**

Tablo 9. Ankete cevap veren kişilerin satın aldıkları ürün renginin tercihlerine etki oranları

Cevaplar	Katılım sayısı	Katılım oranı (%)
Evet, kesinlikle katılıyorum	84	20,6
Evet, katılıyorum	166	42,8
Hiç fikrim yok	32	8,2
Hayır, katılmıyorum	87	22,4
Hayır, kesinlikle katılmıyorum	19	4,9
Toplam	**388**	**100,0**

Sekizinci soruda satın alınan ürünün renginin ürün tercihinde etkisinin olup olmadığı konusunda katılımcılardan görüş belirtmeleri istenmiştir (Tablo 9). Katılımcıların %63,4'lük büyük bir çoğunluğu ürün tercihlerinde rengin önemli bir etken olduğunu belirtirken %27,3'lük kesim bu görüşe katılmamakta ve ürün satın alırken renginin tercihlerinde bir etken olmadığını belirtmiştir. Bu çalışmanın sonuçları katılımcıların cinsiyetleri göz önünde bulundurularak incelendiğinde genel olarak kadın ve erkek katılımcıların cevaplarının yakın olduğu ancak kadın katılımcıların ürün tercihinde ürünün renk özelliklerine biraz daha önem verdikleri görülmüştür. Eğitim seviyelerine göre incelendiğinde ürün renginin tercihlerine etkisi en çok olan grup ilköğretim seviyesinde eğitim

görmüş olanlardır (%76,4). Ayrıca sonuçlara bakıldığında satın alınan ürünün renginin ürün tercihinde etkisi olduğunu söyleyenlerin oranı yaş ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu çalışma yaşlı ve daha az eğitim görmüş kişilerin, genç ve eğitimli kişilere göre ürün rengine daha fazla önem verdiğini göstermektedir.

Dokuzuncu soruda satın alınan ürünün aromasının ürün tercihine etkisi incelenmiştir (Tablo 10). Katılımcıların %79,6'sı ürün aromasının satın alınan ürünün tercih edilmesinde önemli bir etken olduğunu belirtmiştir. Ürün aromasının ürün tercihinde etkili olmadığını düşünenlerin oranı %13,9 iken %6,4'lük bir kesim bu konuda hiç fikrinin olmadığını belirtmiştir. Erkek katılımcılarda (%84,4) satın alınan ürünün aromasının kadın katılımcılara (%74,9) kıyasla ürün tercihinde daha etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca bu çalışma satın alınan ürünün aromasının ürün tercihine etkisi olduğunu tüm yaş grupları ve eğitim seviyelerinde yüksek oranlarda kabul edilmesi ile göstermiştir.

Tablo 10. Ankete cevap veren kişilerin satın aldıkları ürünün aromasının tercihlerine etki oranları

Cevaplar	Katılım sayısı	Katılım oranı (%)
Evet, kesinlikle katılıyorum	97	25
Evet, katılıyorum	212	54,6
Hiç fikrim yok	25	6,4
Hayır, katılmıyorum	50	12,9
Hayır, kesinlikle katılmıyorum	4	1
Toplam	**388**	**100,0**

Onuncu soruda ise katılımcılara gıda katkı maddesi içeren ürün tüketip tüketmedikleri sorulmuştur. Alınan yanıtlara göre katılımcıların %70,4'lük kesiminin içinde bulunduğu büyük bir çoğunluk gıda katkı maddesi içeren ürünler tüketmekte olup katılımcıların %18,5'i gıda katkı maddesi içeren ürünleri tüketmemektedir (Tablo 11). Katılımcıların katkı maddesi içeren ürün tüketip tüketmemesi cinsiyetlerine göre incelendiğinde erkeklerin %70,4 ve kadınların %70,3 gibi birbirine çok yakın oranlarda katkı maddesi içeren ürün tükettiklerini belirttiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre katkı maddesi içeren ürün tüketimi konusunda kadın ve erkek katılımcıların aynı fikirde oldukları anlaşılmıştır. Bu çalışmada yaş arttıkça katılımcıların gıda katkı maddesi içeren ürün tüketimi azaldığı görülmüştür. Sonuçlara göre katkı maddesi içeren ürün tüketme konusunda yaşın etkili olduğu görülmektedir. Yaş ilerledikçe insanların katkı maddesi içeren ürünlere daha mesafeli yaklaştığı görülmektedir.

Tablo 11. Ankete cevap veren kişilerin gıda katkı maddesi içeren ürün tüketim oranları

Cevaplar	Katılım sayısı	Katılım oranı (%)
Evet, kesinlikle katılıyorum	69	17,8
Evet, katılıyorum	204	52,6
Hiç fikrim yok	43	11,1
Hayır, katılmıyorum	63	16,2
Hayır, kesinlikle katılmıyorum	9	2,3
Toplam	**388**	**100,0**

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, katılımcıların gıda katkı maddeleri hakkındaki bilgi seviyeleri ve gıda katkı maddelerinin kullanımını hakkındaki düşüncelerinin anlaşılması amaçlanmıştır. Bu çalışma Türkiye'de farklı illerde yapılmış ve tesadüfi örnekleme yöntemi ile 193 erkek ve 195 kadın olmak üzere 388 kişi seçilmiştir. Google Form, telefon görüşmeleri ve yüz yüze yapılan anket yoluyla veriler toplanmıştır.

Katılımcılar arasında gıda ürünleri satın alırken içindekiler kısmını inceleme oranı %72,7 olup eğitim düzeyinin artışıyla içindekiler kısmını inceleme arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır. Güneş ve arkadaşları (2014) yaptıkları çalışmada benzer sonuç gözlemlemişlerdir; çalışmaya göre tüketiciler arasında etiket okuma alışkanlığı %56 oranında olup eğitim düzeyinin artışıyla etiket okuma alışkanlığı arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır. Tüketicilerin satın aldıkları gıdaların içindekiler kısmını okumamasının nedenleri ürünlerin üzerindeki yazıların küçük olması ve ürünlerin yeterince denetlenmediğinin düşünülmesinden kaynaklanan güvensizlik olabilir.

Katılımcıların gıda katkı maddelerine verilen E kodlar hakkında bilgi seviyeleri incelendiğinde E kodlar hakkında bilgi sahibi olduğunu belirten katılımcıların oranı %28,9 olarak tespit edilmiş ve E kodlar hakkında bilincin düşük olduğu gözlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada; öğrencilerin yaklaşık yarısının (%49,6'sının) E kodunun tanımını bilmediği saptanmıştır (Yurttagül ve ark., 2005). E kodlar hakkındaki farkındalığın eğitim seviyesinin artışıyla pozitif ilişkili olması bu konuda bilincin artırılması için gerekli bilgilendirmelerin yapılmamasından dolayı insanlarda E kodlar hakkında oluşan bilgi eksikliğinin nedeni olarak gösterilebilir.

Gıda katkı maddelerinin gıdaların güvenliği için kullanılmasının gerekliliği incelendiğinde sonuçlara göre katılımcıların yaklaşık yarısı (%50,5) gıda katkı maddelerinin gıda güvenliği için kullanılması gerektiğini savunurken, katılımcıların %33,2'si ise gıda katkı maddelerinin gıda güvenliği için kullanılmamasını düşünmektedir. Gıda katkı maddeleri hakkında son dönemlerde artan televizyon programları ve internetteki bilgi kirliliğinden dolayı gıda katkı maddelerinin yararlı etkilerinden ziyade zararlı etkileri üzerine odaklanması nedeniyle insanlar gıda katkı maddelerine karşı olumsuz yönde etkilenmiş olduğu düşünülmektedir.

Katılımcıların gıdalarda kullanılan katkı maddelerinin denetlenip denetlenmediği hakkındaki fikirleri araştırıldığında katılımcıların çoğunun denetimlerin yetersiz olduğunu düşündüğü gözlenmiştir. Ayrıca yapılan bir çalışmada; tüketicilerin %95,6 gibi önemli bir oranı gıda üretimlerinin denetlenmesinde aksaklıklar yaşandığını, gıda üreticisi firmaların yeterince iyi denetlenmediğini düşünmektedir (Gülse ve ark., 2006). Bu durum insanların çoğunun denetimlerin nasıl gerçekleştiğini bilmemesinin yanı sıra son zamanlarda artan taklit ve tağşiş haberleri sebebiyle denetimlere karşı oluşan güvensizlikten dolayı da meydana gelebilir.

İnsanların gıda katkı maddeleri hakkında yeterli bilgiye sahip olup olmadığı incelendiğinde katılımcıların bu konu hakkında ilgili olmadıkları ve insanların gıda katkı maddeleri hakkındaki bilgilerinin yetersiz olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebinin ise insanların hazır ürünler ile sürekli gıda katkı maddelerini tükettikleri halde araştırmaya gerek duymamaları olduğunu düşünmekteyiz.

Katılımcıların tükettikleri gıda katkı maddelerinin sağlık açısından güvenli olup olmadıkları hakkındaki fikirleri araştırıldığında katılımcıların büyük bir kısmı tükettikleri gıda katkı maddelerinin sağlık açısından güvenli olmadığını düşünmektedir. Bu konu hakkında yapılan benzer bir çalışmaya göre tüketicilerin %44,0'ü gıda katkı maddelerinin hepsinin, %41,1'i ise bir kısmının sağlığa zararlı olduğunu düşünmektedir. Yüzde 18,1 oranındaki tüketici gıda katkı maddelerinin kesinlikle kullanılmamasını istemektedir (Topçu ve ark., 2005). Yaptığımız çalışmada ise gıda katkı maddelerinin sağlık açısından güvenli olduğunu düşünenlerin oranının sadece %19,6 olduğu görülmüş ve katılımcıların gıda katkı maddelerinin sağlıksız olduğunu düşündükleri anlaşılmıştır. İnsanların gıda katkı maddelerinin sağlıksız olduğunu düşünmesinin internet ve televizyon haberlerinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Yapılan başka bir çalışmada basında çıkan olumsuz haberlerin tüketici tutumuna etkisi incelendiğinde; basında çıkan yazılı ve görsel haberlerin tüketicilerin kırmızı et tüketimini olumsuz etkilemekte olduğu görülmüştür (Kızılaslan ve ark., 2018).

Ürünlerde bulunan 'katkı maddesi yoktur' ifadesi %78,3 gibi çok yüksek bir oranda katılımcıların ürün tercihlerine etki etmektedir. Bunun sebebi tüketicilerin gıda ürünleri ile ilgili bilgi düzeyleri ve sağlık risklerine karşı tutumları nedeniyle gıda katkı maddelerinin zararlı olduklarını düşünmeleri ve katkı maddesi içermeyen ürünleri tercih etmeleridir. Yapılan benzer bir çalışmada; katkı maddesi kullanılmamasını önemseme %77,2 olarak belirlenmiştir (Topuzoğlu ve ark., 2007).

Satın alınan ürünün renginin ürün tercihinde etkisi incelendiğinde katılımcıların çoğunluğu rengin önemli olduğunu savunmuş ancak lisans seviyesinde eğitim görmüş kişilerde rengin ürün tercihine etkisinin daha az olduğu belirlenmiştir. Bu durum ise daha eğitimli kişilerin renk üzerinde sıkça yapılan taklit ve tağşiş olayları sebebiyle daha dikkatli oldukları ve sadece ürün rengine bakarak ürün satın almadıkları için kaynaklanıyor olabilir.

Satın alınan ürünün aromasının ürün tercihine etkisi incelenmiş, katılımcıların %79,6'sı tarafından ürün aromasının satın alınan ürünün tercih edilmesinde önemli bir etken olduğunu belirtilmiştir.

Katılımcılara gıda katkı maddesi içeren ürün tüketip tüketmedikleri sorulmuş ve alınan yanıtlara göre %70,4'lük kesiminin içinde bulunduğu büyük bir çoğunluğun gıda katkı maddesi içeren ürünler tüketmekte olduğu ancak yaş ilerledikçe gıda katkı maddesi içeren ürünlere daha mesafeli yaklaşıldığı görülmüştür. İleriki yaşlarda gıda katkı maddeleri tüketiminin azalması hazır ürünlerin tüketiminin azalmasından ve doğal besinlerin daha fazla tüketilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmaya göre; deneklerin, besinlerin sağlıklı olmasına önem verdikleri ve sağlıklı besinleri tercih ettikleri, ancak dengeli ve sağlıklı bir diyet uygulama ve yalnızca öğünlerde yeme gibi davranış gerektiren ifadelerde aynı kararlılığı gösteremedikleri anlaşılmaktadır (Kaya ve ark., 2008). Yaptığımız çalışma sonucunda katılımcıların gıda katkı maddeleri kullanımına karşı güvensiz bir tutumunun olduğu anlaşılmıştır. Ancak katılımcıların gıda katkı maddeleri içermeyen ürün tüketme konusundaki kararlılıklarını devam ettirmediği ve gıda katkı maddesi içeren ürün tüketmemeleri gerektiğini düşündükleri halde bunu yaşamlarında uygulamadıkları belirlenmiştir.

Kaynaklar

1. Anonim. GGD. Gıda Katkı Maddeleri Konusunda Bilimsel Gerçeklerle Çelişen Risk Algısı Yaratılıyor. https://www.ggd.org.tr/icerik.php?id=543. 2013
2. Güneş, E. F. Aktaç, Ş. Korkmaz, İ. Tüketicilerin Gıda Etiketlerine Yönelik Tutum Ve Davranışları. Akademik Gıda, 12(3), 30-37, 2014.
3. Gülse, B. H. Göktolga, Z. Karkacıer, O. Gıda Güvenliği Konusunda Tüketici Bilincinin İncelenmesi (Tokat İli Örneği). Tarım Ekonomisi Dergisi, 22(2), 67-74, 2006.
4. Kaya, E. Sezek, F. Doğan, S. Üniversite Öğrencilerinin Genel Beslenme Alışkanlıkları, Katkılı Besinler Hakkındaki Bilgi, Görüş ve Tutumları. Cankaya University Journal of Arts and Sciences, 10(1), 117-134, 2008.
5. Özgül, E. Aksulu, İ. Ambalajlı Gıda Ürünlerinde Tüketicilerin Etiket Duyarlılığındaki Değişimler. Ege Akademik Bakış Dergisi, 6(1), 1–10, 2006.
6. Topçu, A. A. Yurttagül, M., Yücecan, S. Üniversite Öğrencilerinin Gıda Katkı Maddeleri İle İlgili Bilgi ve Davranışları. Beslenme ve Diyet Dergisi, 33(2), 39-50, 2005.
7. Topuzoğlu A, Hıdıroğlu S, Ay P, Önsüz F, İkiışık H. Tüketicilerin Gıda Ürünleri İle İlgili Bilgi Düzeyleri Ve Sağlık Risklerine Karşı Tutumları. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni. Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD, İstanbul. 2007; 6 (4): 253-258.
8. Yurttagül, M., Ayaz, A. (2008). Katkı Maddeleri: Yanlışlar Ve Doğrular. Ankara: Klas Matbaacılık.

PALMİYE (*Washingtonia robusta*) MEYVELERİNDEN GELENEKSEL YÖNTEMLE ŞEKER ÖZÜTLEME KOŞULLARININ OPTİMİZASYONU*

Optimization of Sugar Extraction Conditions from Fan Palm (Washingtonia robusta) Fruits by Traditional Method

Özge Şimşek[1] &Yalçın Coşkuner[2]

1; Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Karaman-Türkiye, ozgesimsek1995@gmail.com

2 (Doç. Dr.); Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karaman-Türkiye, yalcincoskuner@kmu.edu.tr

Öz: Türkiye'nin sahil kesimlerinin neredeyse tamamında yaygın olarak yetişen Meksika yelpaze palmiye ağaçları (*Washingtonia robusta*); kırmızımsı ince gövdeli, büyük ve parlak koyu yeşil yapraklara sahip hızlı büyüyen bir park-bahçe ağacıdır. Kahverengi - siyah renkli, elipsoid şeklindeki yenilebilir özellikteki palmiye meyveleri Akdeniz Bölgesinde sonbahar aylarında olgunlaşmaktadır. Palmiye (*Washingtonia robusta*) meyveleri yüksek miktarda suda çözünür kuru madde (69.9°Bx) içeriğine sahip atıl bir meyvedir. Bu çalışmada, yanıt yüzey metodu (YYM) kullanılarak palmiye meyvelerinden geleneksel yöntemle şeker özütleme koşullarının optimizasyonu belirlenmiştir. Özütleme sıcaklığı (25, 50, 75°C) ve meyve:su (M:S) oranı (1:2, 1:6 ve 1:10, g meyve:ml su) parametreleri değişken olarak kullanılarak 3 düzeyli faktöriyel tasarım ile deneme deseni oluşturulmuştur. Suda çözünür kuru madde (SÇKM, °Bx) ve özütleme verimi (ÖV, %) değerleri maksimum olacak şekilde optimizasyon yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen optimum özütleme koşullarında (75°C özütleme sıcaklığı ve 1:3.9 M:S oranı) YYM ile tahmini SÇKM 9.17°Bx ve ÖV % 38.22 olarak bulunurken deneysel değerler SÇKM için 8.90°Bx ve ÖV için ise % 41.46 olarak belirlenmiştir. SÇKM ve ÖV için elde edilen matematiksel modellerin korelasyon katsayısı (R^2) değerleri sırasıyla % 99.84 ve % 95.32 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, SÇKM miktarı hem sıcaklık hem de M:S oranı ile doğru orantılı olarak değişirken; ÖV'nin sıcaklık ile doğru, M:S oranı ile ters orantılı olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Geleneksel özütleme, *Washingtonia robusta*, şeker, özütleme verimi, yanıt yüzey metodu

Abstract: Mexican fan palm trees (*Washingtonia robusta*) is a fast growing park-garden tree with reddish thin stems, large and bright dark green leaves that widely grown in almost all the coastal region of Turkey. Brown - black colored ellipsoid-shaped edible palm fruits ripen in the Mediterranean Region in autumn. Fan palm fruit (*Washingtonia robusta*) is an underutilized crops that has high

*Bu çalışma, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 08-YL-19 numaralı "Palmiye meyvelerinden (*Washingtonia robusta*) şeker özütleme koşullarının optimizasyonu" başlıklı yüksek lisans tez projesinden özetlenerek hazırlanmıştır.

water soluble sugar content (69.9°Bx). In this study, optimization of sugar extraction conditions from fan palm fruits by traditional methods was determined by using response surface methodology (RSM). Experimental desing was generated with 3 level factorial desing using with extraction temperature (25, 50, 75 °C) and fruit:water ratio (F:W) (1:2, 1:6 ve 1:10, g fruit:ml water) parameters as variables. Optimization process was done according to both water soluble dry matter (WSDM, °B) and extraction yield (EY, %) values that adjusted to maximum. While the mean WSDM and EY values were predicted as 9.17°B and 38.22%, respectively at the optimum extraction conditions that obtained as a result of the study (extraction temperature 75°C and F:W ratio 1:3.9), the mean WSDM and EY values were found as 8.90°Bx and 41.46%, respectively as an experimentally. Correlation coefficients of mathmatical models obtained for WSDM and EY were calculated as 99.54% and 95.52%, respectively. As a result, it is concluded that while the amount of WSDM is varied directly proportional to both temperature and F:W ratio, EY is directly proportional with the process temperature and inversely proportional with the F:W ratio.

Keywords: Traditional extraction, *Washingtonia robusta,* sugar, extraction yield, Response surface methodology

GİRİŞ

Palmiye ağacı, geniş yapraklı bitkilerden olan Palmiyegiller sınıfında yer almaktadır (Hazır ve Büyüköztürk 2013; Aslan ve Akan 2019). Dünyanın subtropikal ve tropikal iklim bölgelerinde bu bitkilerin birçoğu kereste, inşaat, yakıt, süs eşyası ve gıda şeklinde kullanılan 5 alt aileye ayrılmaktadır. Yaklaşık olarak 183-189 cinse ve 2.300 - 2.500 türe sahip olan bir bitki grubudur (Hazır ve Büyüköztürk 2013; Armenta-Méndez ve ark., 2019). Çoğu palmiye türü nemli tropik alanlarla sınırlı olmasına rağmen birkaç tür açık savanlarda ve çöl sahalarında da yetiştiği görülmektedir (Armenta-Méndez ve ark., 2019). Palmiye ağacının en çok kullanılan kısımlarını sıralayacak olursak; meyveleri (% 17 - 53), meyvelerinin de özellikle yağları (% 33), kökler (% 17 - 40), tohumlar (% 10 - 16.5), meyve çekirdeği (% 9.5 - 18), yaprakları (% 5 - 21), çiçekleri (% 3 - 8.5) ve çiçek sapı (% 6) şeklinde olduğu söylenmektedir (Agostini-Costa 2018). Türkiye'de palmiye ve meyvelerinin yetiştiriciliği ticaret ve gıda amaçlı değil tamamen gölge, süs eşyası ve süs bitkisi olarak yapılmaktadır (Hazır ve Büyüköztürk 2013). *Washingtonia* cinsi palmiye ağaçları, *Washingtonia filifera* / *robusta* (*W. filifera* / *robusta*) olarak 2 türe ayrılmaktadır (Benahmed-Bouhafsoun ve ark., 2015). Yabancı uyruklu bir palmiye türü olan *W. robusta H. Wendl.*'nın (Meksika yelpaze palmiyesi veya Meksikalı *Washingtonia*) *Arecaceae* ailesine ait ve Türkiye'ye ithal edilerek çoğaltıldığı söylenmektedir (Karut ve Kazak 2005; Hazır ve Büyüköztürk 2013; Garcia-Ortuño ve ark., 2013). *W. robusta* gelişebilmesi için tam güneşe ve yüksek besin içeriğine sahip topraklara ihtiyaç duymaktadır. Aynı zamanda zayıf toprakta da büyüyebilir, düşük sıcaklıklara (-5 °C) ve düşük su seviyesine tolerans

gösterebilmektedir (Garcia-Ortuño ve ark., 2013). Türkiye'de Meksikalı yelpaze palmiye ağacı (*W. robusta*) Akdeniz illerinde, Köyceğiz ve Dalaman'da yaygın olarak yetişmekte olup Karadeniz, Marmara ve Ege bölgelerinde daha az yayılış göstermektedir. Bu tür *W. filifera*'dan daha ince ve uzun bir gövdeye sahiptir (Hazır ve Büyüköztürk 2013). Türkiye'nin Antalya ilinin refüj ve kaldırımlarında yoğun olarak bulunan *W. robusta* türü palmiye ağacı boyunun en kısa 1 metre, en uzun ise 35 metre ve taç çapının en küçük 1 metre, en büyük ise 5 metre olduğu belirtilmektedir (Garcia-Ortuño ve ark., 2013; Kösa ve Karagüzel 2016). *W. robusta*; kırmızımsı ince gövdeli, büyük parlak koyu yeşil yapraklara sahip hızlı büyüyen bir palmiye ağacıdır (Armenta-Méndez ve ark., 2019). Yaz aylarında ortaya çıkan beyaz aromatik çiçeklerin öncelikle yeşil - sarı renkli meyvelere dönüşümü daha sonra sonbaharda olgunlaşarak koyu kahverengi - siyah küçük meyvelere dönüşmesiyle meyve oluşumunu tamamlamaktadır. *W. robusta* ağacının meyveleri elipsoid şeklinde 7.5 - 9 mm uzunluğunda, her meyvenin içerisinde bir adet tohum (meyve çekirdeği) bulunan, hurma benzeri (tatlı) tada sahip yenilebilir temel gıda olduğu bilinmektedir (Coşkuner ve Gökbudak 2016; Armenta-Méndez ve ark., 2019). *W. robusta* ağacı ve meyvelerinin; böcekler, sürüngenler, yarasa, rakun, çakal, gri tilki, birçok yerli ve göçmen kuş türleri gibi hayvanların beslenmelerinin önemli bir bölümünü oluşturan ve aynı zamanda birçok canlıya yaşam alanı sunan önemli bir tür olduğu söylenmektedir (Armenta-Méndez ve ark., 2019). *W. robusta* ağacı meyvelerinin etrafa dökülerek çevreyi kirletmesi, ticari bir katkısının olmaması ve ağaç zararlılarına yaşam alanı sunmasından dolayı atıl bir ürün olarak görülmektedir (Robinson 2004). *W. robusta* meyvelerinin şu anda ticari bir katkısının olmadığı ama geçmişte gıda olarak tüketilen yenilebilir tatlı bir meyve olduğu rapor edilmektedir (Felger ve Joyal 1999; Haynes ve McLaughling 2000; Anonim 2018). Yapılan literatür araştırmasında *W. robusta* palmiye ağacı meyvesiyle ilgili sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmüştür. Ülkemizde özellikle Akdeniz ve Ege sahil illerimizde yoğun bir şekilde palmiye ağaçlandırılması yapılmakla birlikte, yerel yönetimlerden kesin bir ağaç sayısı alınamamaktadır. Mazmancı'nın (2011) yapmış olduğu çalışmada verdiği bilgilere göre Mersin Büyükşehir Belediyesi sınırlarında 13500 adet Meksika yelpaze palmiye ağacı olduğu ve palmiye ağaçlarının sayısının gelecekte daha da artacağı ifade edilmektedir. Araştırmacı çalışmasında palmiye ağaçlarının ortalama meyve veriminin 30 kg civarında olduğunu belirtmektedir. Bu açıdan bakıldığında sadece Mersin ili sahil şeridindeki park ve bahçelerden yılda 400 tondan fazla kurumuş meyve toplamanın mümkün olabileceği tahmin edilmektedir. Son yıllarda yapılan uluslararası çalışmalar ve Çatıkkaş'ın (2019) çalışmasına göre palmiye meyvelerinin kimyasal bileşiminde yenilebilir karbonhidrat bulunmakta özellikle meyve kabuğundaki şeker alındıktan sonra geriye

kalan küspenin de iyi bir hayvan yemi olarak değerlendirilebileceği bildirilmektedir (Mazmancı 2011; Nehdi 2011; Coşkuner ve Gökbudak 2016; Çatıkkaş 2019). Coşkuner ve Gökbudak (2016), palmiye meyvelerinin bütün halinde, kabuk ve çekirdek kısımlarının bazı fiziksel özelliklerinin incelendiği, palmiye meyvesinin; % 53.7'sinin meyve kabuğu ve % 46.3'ünün ise meyve çekirdeğinden oluştuğu belirtmektedir. Çatıkkaş (2019) meyvenin ve çekirdeğinin gıda teknolojisinde kullanım olanaklarını incelediği çalışmasında bütün ve sadece kabuk şeklinde kullandığı palmiye meyvesinden oda koşullarında 16 saatlik geleneksel özütlemeyle 8-12 °Bx aralığında elde edilen şıraları 65-72 °Bx'e konsantre ederek şıradan sıvı pekmez üretimini gerçekleştirmiştir. Mevcut durumu ele alındığında *Washingtonia spp.* cinsine ait ağaçların meyvelerinin endüstriyel açıdan değerlendirme potansiyelinin yüksek olduğu söylenebilir ve bu konuda çalışmalar yapılması gerekmektedir. Armenta-Méndez ve ark. (2019) *W. robusta* meyve tohumunda % 73 şeker, % 7.4 protein, % 8.4 nem, % 4.5 kül, % 8.7 yağ bulunurken meyve kabuğunda %71 şeker, % 10.8 protein, % 1.6 nem, % 7.0 kül, % 9.4 yağ olduğunu raporlamaktadırlar. Alkoloidler, tanenler, saponinler, fenoller ve flavonoidler meyve tohumlarında, meyve kabuğundan daha fazla miktarda bulunduğunu bildirmektedirler. *W. robusta* meyve kabuğu, yaban hayatı ve insan tüketimi için önemli bir şeker kaynağı ve doğal antioksidan olduğu ifade edilmektedir. Yenilebilir meyveleri olan palmiye türlerinden olan *W. filifera, Phoenix dactylifera* ve *W. robusta*'nın sırasıyla şeker içerikleri % 77, % 94 ve % 71 olduğunu söylemektedirler. Mazmancı (2011) şeker kaynağı olarak değerlendirdiği *W. robusta* meyvesinde sadece monosakkaritlerden glukoz ve fruktozun bulunduğunu ifade etmektedir. Bilindiği gibi meyvelerde ve sebzelerde serbest monosakkaritler (glikoz ve fruktoz) bulunmaktadır (Asp 1995). Günümüzde birçok şeker ve şeker alkolü gıda ve gıda ürünlerimizin çoğunun bileşenlerini oluşturmaktadır (Eliasson 2006). *W. robusta* meyvesindeki şekerin ticari açıdan değerlendirilebilmesi için öncelikle özütleme yöntemiyle meyveden alınması gerekmektedir.

Özütleme, bir ayırma işlemi olup katı ya da sıvı fazda bulunan bir ya da birden çok bileşiğin farklı çözünürlük özellikleri kullanılarak diğer bir faza alınması işlemi olarak bilinmektedir (Günyeli 2012). Özütleme yöntemleri geleneksel ve modern özütleme olarak sınıflandırılabilmektedir (Kutlu ve ark., 2017). Geleneksel yöntemlerden biri olan katı - sıvı özütleme kullanılan çözücü yardımıyla katıdan istenilen maddenin özütlenmesi işlemidir (Yılmaz 2012; İlbay 2016). Katı - sıvı özütlemede verim; çözücü türü, pH, katı:sıvı oranları, partikül boyutu, sıcaklık ve süre gibi faktörlerden etkilenmektedir (İlbay 2016; Şengül ve Topdaş 2019). Özütleme şeker endüstrisinde üretim sürecinin ana aşamalarından biri olarak sayılmaktadır. Şeker (şeker pancarı veya şeker kamışı) ve nişasta (mısır veya patates) özütleme süreçlerinde bazı

benzerlikler ve farklılıklar bulunmaktadır. Benzerliklerden biri şekerin özütlenmesi sırasında ortam pH 5.5-6.0 olması söylenmektedir. Farklılıklardan biri ise mısırdan nişasta özütlenmesinde 50-55°C'de yapılırken şeker pancarından ve kamışından şeker özütlenmesinde 70-80°C'de gerçekleştirilmesi bildirilmektedir (Tzia ve Liadakis 2003).

Optimum özütleme koşulunun iyi bir şekilde değerlendirilmesi için birden fazla parametrenin incelenmesi gerektiği bilinmekte olup bu durumun güç olduğu söylenmektedir. Ancak Yanıt Yüzey Metodu (YYM) bu sorunların üstesinden gelmektedir (Espínola ve ark., 2011; Turan ve Altundoğan 2011; Yılmaz 2012). YYM; süreç değişkenlerinin deneysel uzayını araştırmak için deneysel stratejileri ve üzerinde etkili olan bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için kullanılan empirik modelleme tekniklerini ve süreç değişkenlerinin arzu edilen etkiyi gösterdiği seviyelerin bulunması için kullanılan optimizasyon tekniklerini içermektedir (Koç ve Kaymak Ertekin 2010).

Bu çalışmanın amacı karbonhidrat içeriği yüksek atıl bir ürün olan palmiye (*Washingtania robusta*) meyvelerinden geleneksel yöntemle şeker elde edilmesinde YYM ile optimum koşulların belirlenmesidir.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Çalışmada kullanılan palmiye (*Washingtonia robusta*) ağacının meyveleri Mersin ili (36°46' K - 34°33' D) ve çevresinden temin edilmiştir. Palmiye meyvelerinden şeker özütlemede çözücü olarak saf su kullanılmıştır. Toplanan meyvelerin sap, çöp ve benzeri yabancı kısımları ayıklanarak temizlenmiş, kritik nem düzeyinin altına (% 11 nemin altına) düşene kadar oda koşullarında kurutularak deneylerde kullanılıncaya kadar kilitli plastik torbalar içinde +4 °C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Metod

Geleneksel özütleme metodu ile özüt eldesi

Çalkalamalı su banyosunda (Wisd.B, WSB - 30, Kore) çalkalama işlemi olmaksızın deneme deseninde belirlenen sıcaklık (25, 50, 75 °C) ve M:S oranlarında (1:2, 1:6, 1:10, g meyve:ml su) 25 saat özütleme işlemi yapılarak özütler elde edilmiştir. 25 saatin sonunda özütler vakumlu filtrasyondan geçirilerek analizlere hazırlanmıştır.

Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı tayini

Suda çözünür kuru madde tayini ABBE refraktometresi (KEM, RA-600, Japonya) ile yapılmıştır (Cemeroğlu 2010). Tüm analizler 3 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Özütleme verimi hesaplaması

Özütleme verimi Eşitlik 1'deki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Şenay 2009; Yılmaz 2009).

$$\%\ \text{Özütleme}\ Verimi = \frac{\text{Özütün Briks Değeri (°Bx)}\cdot\text{Özüt Miktarı (ml)}}{\text{Meyve Miktarı(g)}\cdot\ \text{Meyvenin Briks Değeri (°Bx)}} \times 100 \quad \text{(Eşitlik 1)}$$

Yanıt yüzey metodu (YYM) ile özütleme koşullarının optimizasyonu

Palmiye meyvelerinden geleneksel yöntemle özüt eldesinde YYM'nun 3 düzeyli faktöriyel deneme deseni kullanılarak 13 ayrı deney noktası belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi ve özütlemede optimum koşulların belirlenmesinde Design Expert-7.5.1 programı kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada; geleneksel yöntemle palmiye meyvelerinden şeker özütlenmesinde özütleme sıcaklığı ve M:S oranının SÇKM ve özütleme verimi üzerindeki etkileri incelenmiş, söz konusu parametreler için en yüksek SÇKM ve özütleme veriminin elde edilebileceği bir optimum model oluşturulmuştur. Özütleme verimi hesaplamasında meyvenin briks değeri 69.9 °Bx olarak alınmıştır. Geleneksel özütleme işleminde yanıt yüzey metoduna göre deneysel deneme deseni ve yanıtları Çizelge 1'de verilmiştir.

SÇKM özütlemesinin YYM ile optimizasyonu

Yanıt yüzey yönteminde tasarlanmış denemelerden alınan verilerin matematiksel modele uyumu kontrol edilmektedir. Elde edilen bu model gerçek yanıt fonksiyonuna sadece bir yaklaşım olduğu için tahminlenen değerler ile deneysel veriler arasındaki fark (kalıntı) sadece saf deneysel hatayı değil modelin matematiksel formunun uygunsuzluğundan kaynaklanan hatayı da içermektedir (Koç ve Kaymak Ertekin 2010). Modelin matematiksel formunun uygunsuzluğundan kaynaklanan hataya model uyumsuzluğu (*lack of fit*) denmektedir. İdeal olarak istatistiksel açıdan modelin matematiksel formunun uygunsuzluğunun (*lack of fit*) önemsiz (p> 0.05) ve matematiksel model için önemli olması gerekmektedir (Koç ve Kaymak Ertekin 2010; Özdikicierler ve ark.,

2016). Çizelge 2 incelendiğinde model uyumsuzluğunun (0.05 <*p*: 0.1985) önemsiz ve matematiksel modelin (0.05 >*p*: 0.0001) önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan deneysel deneme deseni ve yanıtları.

No		Özütleme Paremetreleri		Yanıtlar	
		Sıcaklık (°C)	M:S oranı (g meyve:ml su)	SÇKM* (°Bx)	Özütleme Verimi (%)
1	**F**	25	1:10	3.30	43.4714
2	**F**	25	1:6	5.35	43.4499
3	**F**	50	1:2	13.13	32.8087
4	**F**	25	1:2	12.40	31.1913
5	**F**	50	1:10	3.43	44.4986
6	**F**	75	1:6	5.55	42.9338
7	**F**	75	1:10	3.50	44.8694
8	**F**	75	1:2	13.90	32.7336
9	**O**	50	1:6	5.40	42.6030
10	**O**	50	1:6	5.04	39.3846
11	**O**	50	1:6	5.22	41.0614
12	**O**	50	1:6	5.40	42.3515
13	**O**	50	1:6	5.40	42.0440

* 25 saatlik özütleme sonunda elde edilen SÇKM değeri. F: Faktöriyel nokta, O: Orta noktaları ifade eder.

Çizelge 2. Farklı sıcaklık ve M:S oranları kullanılarak gerçekleştirilen geleneksel özütleme sonucunda elde edilen özütlerin SÇKM değerlerine ait istatistiksel analiz (ANOVA) sonuçları.

Değişkenler	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	*p* Değeri
Model	4	171.05	4276	1217.23	<0.0001 Önemli
X_1	1	0.60	0.60	17.13	0.0033**
X_2	1	142.11	142.11	4045.12	<0.0001**
X_1X_2	1	0.42	0.42	12.03	0.0085**
X_2^2	1	27.92	27.92	794.65	<0.0001**
Kalıntı	8	0.28	0.035		
Model Uyumsuzluğu	4	0.18	0.044	1.71	0.3079 Önemsiz
Saf Hata	4	0.10	0.026		
Toplam	12	171.33			

*p<0.05 ve ** p<0.01, X_1; sıcaklık, X_2; M:S oranını temsil etmektedir.

Modele eklenen her terim önemli olmasa da R^2 değeri artış göstermektedir. Fakat yüksek R^2 değeri her zaman matematiksel modelin daha iyi olduğu anlamına gelmemektedir. Bu açıdan model uyumluluğunu değerlendirmede düzeltilmiş korelasyon katsayısı (R^2_{Adj}) kullanımı daha uygundur ve bu değerin % 90'ın üstünde olması beklenmektedir (Özdoğan 2015). Korelasyon katsayısı (R^2) ve R^2_{Adj} değerleri matematiksel modelin deneysel verilere ne kadar iyi uyduğunun göstergesidir. Belirlenen matematiksel modelin daha sonra yapılacak tahminlemelerde kullanılabilmesi için yeterli kesinlik, tahminlenmiş kalıntı hata kareler toplamı (TKHKT) ve tahminlenmiş korelasyon katsayısı (R^2_{pred}) değerlerinin incelenmesi gerekmektedir (Aghilinategh ve ark., 2015; Özdoğan 2015). TKHKT değerinin Çizelge 3'te görüldüğü (TKHKT: 1.16) gibi düşük olması modelin yeni tahminlemeleri rahatlıkla yapabileceğini göstermektedir (Aghilinategh ve ark., 2015; Özdikicierler ve ark., 2016). Yeterli Kesinlik; ölçümün yeterliliğini ifade etmektedir. Dolayısıyla verilerin kesinliği ile ilgili bir değer olup sinyal:gürültü oranı olarak hesaplanmaktadır. Çizelge 3'te olduğu (4 < 89.33) gibi 4 değerinden büyük olmalıdır. Varyasyon katsayısı (VK) deneysel noktaların model önermelerine göre dağılımını ifade eder ve % 10'un altında olması beklenmektedir (Özdoğan 2015). VK standart sapmanın:ortalamaya oranı (Özdikicierler ve ark., 2016) olarak Çizelge 3'te (%2.80 < %10) hesaplanmıştır. SÇKM için gerçekleştirilen bu optimizasyon çalışması sonucunda elde edilen modele ait formül Eşitlik 2'de görülmektedir.

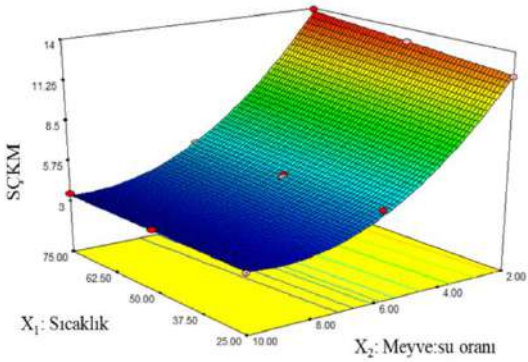
Çizelge 3. SÇKM değerleri için tanımlayıcı istatistik değerleri.

Özellikler	**Değerler**
Standart Sapma	0.19
Ortalama	6.69
Varyasyon Katsayısı (%)	2.80
Tahminlenmiş Kalıntı Hata Kareler Toplamı (TKHKT)	1.16
Yeterli Kesinlik	89.33
$\boldsymbol{R^2}$	0.9984
$\boldsymbol{R^2_{adj}}$	0.9975
$\boldsymbol{R^2_{pred}}$	0.9932

$$\textbf{SÇKM}\ (°\textbf{Bx}) = 17.64 + 0.03\,X_1 - 3.26X_2 - 3.25 \cdot 10^{-3} X_1 \cdot X_2 + 0.18\,X_2^2 \qquad \text{(Eşitlik 2)}$$

Denemede kullanılan ana faktörlerin birbirleriyle olan interaksiyonları 3 boyutlu yanıt yüzey grafiği olarak Figür 1'de gösterilmiştir. Figür 1'de görüldüğü gibi M:S oranı ve sıcaklığın artmasıyla örneklerin SÇKM içeriği de artmaktadır. Başka bir ifade ile aynı miktarda meyve ve fakat farklı miktarlarda su kullanıldığı durumlarda su miktarı azaldıkça özütlerin SÇKM içeriği daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Çizelge 2'de bireysel olarak sıcaklığın etkisi incelendiğinde istatistiksel olarak önemli görülmüş ($0.05 > p$: 0.0033) ve sıcaklığın yaklaşık 75 °C olması durumunda Figür 1'de M:S oranınında artmasıyla daha yüksek SÇKM değerine ulaşılmasını sağlamıştır. Sonuç olarak palmiye meyvelerinden elde edilen özütün SÇKM değeri; hem sıcaklık hem de M:S oranı ile doğru orantılı olduğu görülmektedir.

Figür 1. SÇKM özütlenmesinde sıcaklık ve M:S oranı etkisinin yanıt yüzey grafiği.



Özütleme veriminin YYM ile optimizasyonu

Çizelge 4'te verilen her deneme sonucu elde edilen özütlerde belirlenen özütleme verimi değerlerinin istatistiksel analiz (ANOVA) sonuçları hesaplanmıştır.

Çizelge 4. Farklı sıcaklık ve M:S oranları kullanılarak gerçekleştirilen geleneksel özütleme sonucunda elde edilen özütlerin özütleme verimi değerlerine ait istatistiksel analiz sonuçları (ANOVA).

Değişkenler	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	*F* Değeri	*p* Değeri
Model	3	262.80	87.60	61.04	< 0.0001 Önemli
X_1	1	0.98	0.98	0.68	0.4301
X_2	1	217.27	217.27	151.39	< 0.0001**
X_2^2	1	44.55	44.55	31.04	0.0003**
Kalıntı	9	12.92	1.44		
Model Uyumsuzluğu	5	6.01	1.20	0.70	0.6546 Önemsiz
Saf Hata	4	6.90	1.73		
Toplam	12	275.72			

*p< 0.05, ** p< 0.01, X_1; sıcaklık, X_2; M:S oranını temsil etmektedir.

Çizelge 5. Özütleme verimi için tanımlayıcı istatistik değerler.

Özellikler	Değerler
Standart Sapma	1.20
Ortalama	40.26
Varyasyon Katsayısı (%)	2.98
Tahminlenmiş Kalıntı Hata Kareler Toplamı (TKHKT)	22.38
Yeterli Kesinlik	19.33
R^2	0.9532
R^2_{adj}	0.9375
R^2_{pred}	0.9188

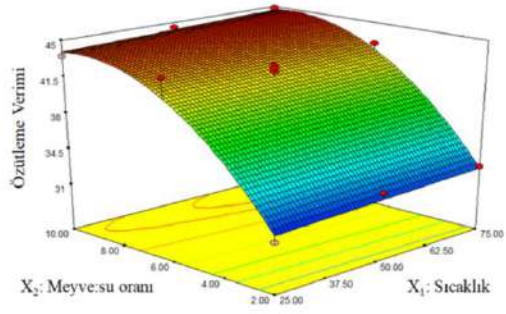
Özütleme verimi için gerçekleştirilen bu optimizasyon çalışması sonucunda elde edilen matematiksel modele ait formül Eşitlik 3'te verilmektedir. Çizelge 4 ve Çizelge 5'teki verilen değerler incelendiğinde Eşitlik 3'de verilen matematiksel modelin özütleme verimi (%) için uyumlu olduğu görülmektedir.

$$\textbf{Özütleme Verimi}(\%) = 23.79 + 0.02\,X_1 + 4.29X_2 - 0.23\,X_2^2$$

(Eşitlik 3)

Denemede kullanılan ana faktörlerin birbirleriyle olan interaksiyonları 3 boyutlu yanıt yüzey grafiği olarak Figür 2'de verilmiştir. Figür 2'ye bakıldığında M:S oranının azalması ve sıcaklığın artmasıyla örneklerin özütleme verimininde artması görülmektedir. Başka bir ifade ile aynı miktarda meyve ve fakat farklı miktarlarda su kullanıldığı durumlarda su miktarı arttıkça özütlerin özütleme verimi daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Çizelge 4'te bireysel olarak sıcaklığın etkisi incelendiğinde her ne kadar istatistiksel olarak önemli görülmese de ($0.05 < p$: 0.4301) sıcaklığın yaklaşık 75 °C olması durumunda Figür 2'de M:S oranının azalmasıyla daha yüksek özütleme verimi değerine ulaşılmasını sağlamıştır. Sonuç olarak özütleme veriminin; sıcaklık ile doğru orantılı, M:S oranı ile ters orantılı olduğu görülmektedir.

Figür 2. Özütleme veriminde sıcaklık ve M:S oranının etkisinin yanıt yüzey grafiği.



Yin ve Dang (2008) tarafından yapılan *Lycium barbarum*'dan polisakkarit özütleme verimi optimizasyon çalışmasında R^2 değeri 0.9839, R^2_{adj} 0.9651, VK % 3.2725 bulunduğunda modelin uyumlu olduğunu belirtmişlerdir. Zhang ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada *Rubus chingii Hu* meyve ve yapraklarından özütlenen polisakkaritlerin özütleme verimi optimizasyon çalışmasında R^2 değeri 0.9931, R^2_{adj} 0.9841, R^2_{pred} 0.9141, VK % 2.53, yeterli kesinlik değeri 29.532, TKHKT değeri 3.37 bulunduğunda modelin uyumlu olduğunu bildirmişlerdir. Bayar ve ark. (2017) pektin özütleme verimi optimizasyonunda R^2 değeri 0.9290, R^2_{adj} 0.8680 bulunduğunda modelin uyumlu olduğunu raporlamışlardır. Wang ve ark. (2018a) polisakkarit özütleme verimi optimizasyon çalışmasında R^2 değeri 0.9969, R^2_{adj} 0.9895 olarak bulunduğunda modelin uyumlu olduğunu bildirmişlerdir. Yin ve ark. (2018) *Lentinus edodes*'den polisakkarit özütleme verimi optimizasyon çalışmasında R^2 değeri 0.9497, R^2_{adj} 0.8994, VK % 4.02 bulunduğunda modelin uyumlu olduğunu raporlamışlardır. Wang ve ark. (2018b) bamyadan ultrases destekli polisakkarit özütlenme verimi optimizasyon çalışmasında R^2 değeri 0.9497, R^2_{adj} 0.8851 bulunduğunda modelin uyumlu olduğunu söylemişlerdir. Yang ve ark. (2019) patates kabuğundan ultrases-mikrodalga destekli asit özütleme yöntemi ile pektin özütleme verimi optimizasyon çalışmasında R^2 değeri 0.9866, R^2_{adj} 09693, R^2_{pred} 0.9218, VK % 2.97, yeterli kesinlik değeri 25.318 bulunduğunda modelin uyumlu olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise SÇKM için R^2 0.9984, R^2_{adj} 0.9975, R^2_{pred} 0.9932, VK % 2.80, TKHKT 1.16, yeterli kesinlik 89.33 iken özütleme verimi için R^2 0.9532, R^2_{adj} 0.9375, R^2_{pred} 0.9188, VK % 2.98, TKHKT 22.38, yeterli kesinlik 19.33 olup literatüre göre de elde edilen matematiksel modellerin uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Bakkalbaşı (2001) dut kurusunun özütleme koşullarını belirlerken 20, 50 ve 70 °C'ler de özütleme sıcaklığı kullanmış ve en yüksek özütleme verimini en üst seviye olan 70 °C'de olduğunu söylemiştir. Şenay (2009) keçiboynuzundan şeker özütlemede en üst seviyede ki 90 °C özütleme sıcaklığının en yüksek SÇKM ve özütleme verimi değerini verdiğini belirtmiştir. Liu ve ark. (2018b) deneme deseninde sıcaklık aralığını 40 - 80 °C olarak belirlemişler ve optimum noktada en yüksek polisakkarit özütleme veriminin 79 °C özütleme sıcaklığında olduğunu bildirmişlerdir. Bayar ve ark. (2017) pektin özütleme verimi üzerinde sıcaklığın büyük bir etkiye sahip olduğunu ve pektin özütleme veriminin özütleme sıcaklığının arttırılmasıyla arttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada da en yüksek SÇKM ve özütleme verimi değeri, deneme desenindeki en üst seviye olan 75°C özütleme sıcaklığında olduğu saptanmıştır.

Meyve:su oranının düşmesiyle (su miktarı artmasıyla) özütleme verimi artar, meyve:su oranının yükselmesiyle (su miktarı azalmasıyla) SÇKM değeri arttığı tespit edilmiştir. SÇKM değeri suda çözünür kuru madde değeri olduğu için özütleme işleminde ne kadar az su kullanılırsa o kadar yüksek SÇKM değeri elde edilecektir. Şenay (2009) keçiboynuzundan sıvı şeker özütlemede meyve:su oranının düşmesiyle SÇKM değerinin azaldığını, özüt miktarının arttığını ve bunlara bağlı olarakta özütleme veriminin arttığını belirtmiştir. Zhang ve ark. (2015) katı:sıvı oranı düştükce polisakkarit özütleme veriminde artış gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Bayar ve ark. (2017) katı:sıvı oranı azaldıkça hammadde ve su arasındaki temas alanının artmasından dolayı pektin özütleme veriminin de artacağını belirtmişlerdir. Yin ve Dang (2008) yapmış oldukları çalışmada meyve:su oranı çok yüksek seçilirse meyvedeki polisakkaritlerin tamamen özütlenemeyeceği, meyve:su oranı çok düşük ise yüksek işlem maliyetine neden olacağı için hedeflenen polisakkaritlerin özütlenmesinde uygun meyve:su oranının seçilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da işlem maliyeti göz önünde bulundurularak hem SÇKM hem de özütleme veriminin optimum olduğu 1:3.9 g meyve: ml su M:S oranı noktası seçilmiştir.

Şenay (2009) keçiboynuzundan şeker özütleme verimi için optimum koşullar (90 °C özütleme sıcaklığı, 1:4 g meyve:ml su oranı, 3 saat özütleme süresi, küçük partikül boyutunda, düzenli karıştırma ve presleme) altında en yüksek özütleme verimine ulaşıldığını raporlamıştır. Liu ve ark. (2018) tarafından yapılan *Paxillus involutus*'dan polisakkarit özütleme verimi optimizasyon çalışmasında optimal koşullar (3 saat özütleme süresi, 79 °C özütleme sıcaklığı, 43.1 ml/g sıvı:katı oranı) altında maksimum özütleme verimi % 12.25 olarak belirlemişler ve matematiksel modelin uyumlu olduğunu ifade etmişlerdir. Yin ve Dang (2008) tarafından yapılan *Lycium barbarum*'dan polisakkarit özütleme verimi optimizasyon çalışmasında optimal koşullar (100 °C özütleme sıcaklığında, 31.2 su:meyve oranında, 5.5 saat özütleme süresi ve 5 özütleme sayısı) altında maksimum özütleme verimi % 23.13 olarak belirlemişler ve doğrulama üretimlerinde de % 22.56 özütleme verimine ulaşılarak matematiksel modelin uyumlu olduğunu doğruladıklarını bildirmişlerdir. Zhang ve ark. (2015) *Rubus chingii Hu* meyve ve yapraklarından polisakkarit özütleme verimi optimizasyonu çalışmalarında optimal koşullar (87.92 °C özütleme sıcaklığı, 3.09 saat özütleme süresi, 30.91 ml/g suyun hammaddeye oranı) altında maksimum özütleme verimi % 9.85 olarak belirlemişler ve doğrulama üretimlerinde % 9.57±0.28 özütleme verimine ulaşılarak matematiksel modelin uyumlu olduğunu söylemişlerdir. Yüksel (2013) andız pekmezi üretiminde SÇKM özütleme optimizasyon çalışmasında optimal koşullar (90 °C özütleme sıcaklığı, 1:4 meyve:su oranı, 3 saat özütleme süresi) altında maksimum SÇKM 9.22 °Bx olarak belirlemiş ve doğrulama

üretimlerinde 9.23 °Bx'e ulaşılarak matematiksel modelin uyumlu olduğunu söylemiştir. Bu çalışmada da seçilen optimum koşullar (75 °C özütleme sıcaklığı ve 1:3.9 g meyve: ml su M:S oranı) altında matematiksel modelin tahminlediği SÇKM değeri 9.1708 °Bx ve özütleme verimi % 38.22 olarak hesaplanmış ve bu değerlerin literatürle uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

SONUÇ

Palmiye meyvesinden şeker özütlenmesi koşullarının optimizasyonu amacıyla en yüksek SÇKM (9.17 °Bx) ve özütleme verimi (% 38.22) değerleri 75 °C özütleme sıcaklığında ve 1:3.9 g meyve:ml su M:S oranında (İstenilirlik fonksiyonu (İ) = 0.923) elde edilmiştir. Aynı zamanda elde edilen veriler kullanılarak bir optimizasyon modeli oluşturulmuş ve modelin uygunluğunun belirlenmesi amacıyla doğrulama testleri gerçekleştirilmiştir. Doğrulama testleri (75 °C sıcaklık, 1:3.9 g meyve: ml su M:S oranında) sonucunda elde edilen özütlerin SÇKM (8.90 °Bx) ve özütleme verimi değerinin (% 41.46), optimizasyon modeli kullanılarak hesaplanan SÇKM (9.17 °Bx) ve özütleme verimi değerleri (% 38.22) ile uyumlu olduğu görülmüştür. Böylelikle herhangi bir zamanda farklı sıcaklık ve M:S oranı kullanılması durumunda elde edilecek özütlerin SÇKM ve özütleme verimi içeriklerinin ne olacağının matematiksel olarak hesaplanacağı doğrulanmış bir matematiksel model elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar önümüzdeki optimum özütleme çalışmalarına ışık tutması açısından önemli bulunduğu rapor edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Aghilinategh, N., Rafiee, S., Hosseinpour, S., Omid, M. ve Mohtasebi, S. S.(2015). Optimization of intermittent microwave-convective drying using response surface methodology. Food Science and Nutrition, 3 (4): 331-341.
2. Agostini-Costa, T. da S.(2018). Bioactive compounds and health benefits of some palm species traditionally used in africa and the americas. A review, Journal of Ethnopharmacology, 224: 202-229.
3. Anonim, (2018). *Washingtonia*, Erişim Adresi: http://en.wikipedia.org/wiki/Washingtonia. (Erişim Tarihi: 10.06.2018).
4. Aslan, M. ve Akan, H.(2019). Şanlıurfa ormanlarındaki doğal odunsu bitkilerin ve park - bahçe bitkilerinin tespiti ve peyzaj değerlerinin belirlenmesi. Biological Diversity and Conservation, 12 (1): 50-65.
5. Asp, N. G.(1995). Classification and methodology of food carbohydrates as related to nutritional effects. The American Journal of Clinical Nutrition, 61 (4): 930-937.
6. Armenta-Méndez, L., Ortega-Nieblas, M. M., Gallo-Reynoso, J. P., Gardea, A. A., Wilder, B., González-Aguilar, G. ve Preciado-Saldaña, A. M.(2019). Proximal chemical analysis and secondary metabolites in *Washingtonia robusta* fruit (*Arecaceae*): relevance for the feeding of wildlife and human, Ecology / Ecologia.
7. Bayar, N., Bouallegue, T., Achour, M., Kriaa, M., Bougatef, A. ve Kammoun, R.(2017). Ultrasonic extraction of pectin from *Opuntia ficus indica* cladodes after mucilage removal: optimization of experimental conditions and evaluation of chemical and functional properties. Food Chemistry, 235: 275-282.
8. Benahmed-Bouhafsoun, A., Djebbar, H. ve Kaid-Harche, M.(2015). Determination of polyphenolic compounds of *Washingtonia robusta H. Wendl* extracts. Acta Physıca Polonıca A., 128 (2-B).
9. Cemeroğlu, B.(2010). Gıda analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 34 (2): 1-429, Ankara.
10. Coşkuner, Y. ve Gökbudak, A.(2016). Dimensional specific physical properties of fan palm fruits, seeds and seed coats (*Washingtonia robusta*). International Agrophysics, 30 (3): 301-309.
11. Çatıkkaş, A.(2019). Palmiye (*Washingtonia robusta*) meyvesi ve çekirdeğinin gıda endüstrisinde kullanım olanaklarının araştırılması. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, FBE Gıda Mühendisliği ABD Yüksek Lisans Tezi.
12. Eliasson, A. C.(2006). Carbohydrates in food. Taylor and Francis Group, 13 (978 - 1 - 4822 - 4543 - 1): 1-69.
13. Espínola, F., Moya, M., Fernández, D G. ve Castro, E.(2011). Modelling of virgin olive oil extraction using response surface

methodology. International Journal of Food Science and Technology, 46: 2576-2583.
14. Felger, R. S. ve Joyal, E. (1999). The palms (*Arecaceae*) of sonora. mexico. aliso, 18 (1): 1-18.
15. Garcia-Ortuño, T., Andreu-Rodriguez, J., Ferrandes-Garcia, M. T., Ferrandez-Garcia, C. E., Medina, E., Parede, C., Perez-Murcia, M. D. ve Moreno-Caselles, J.(2013). Evaluation of the different uses of *Washingtonia robusta* pruning waste. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 44 (1 - 4): 623-631.
16. Günyeli, S.(2012). Bazı organik asitlerin tepkimeli özütleme ile ayrılması. Yüksek Lisans Tezi, Temel İşlemler ve Termodinamik Programı, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi. İstanbul.
17. Haynes, J. ve McLaughling, J.(2000). Edible palms and their uses, florida cooperative extension service. ınstitute of food and agricultural sciences. university of florida, Fact Sheet (MDCE - 00 - 50 - 1): 1-13.
18. Hazır, A. ve Büyüköztürk, H. D.(2013). *Phoenix spp* and other ornamental palms inturkey: the threat from red palm weevil and red palm scale insects. Emir J. Food Agric, 25 (11): 843-853.
19. İlbay, Z.(2016). Turunçgil meyve ve yapraklarının farklı ekstraksiyon yöntemleriyle ekstraksiyonu ve matematik modellemesi. Doktara Tezi, Temel İşlemler ve Termodinamik Programı, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
20. Karut, K. ve Kazak, C.(2005). Akdeniz bölgesi'nde yeni bir hurma ağacı (*Phoenyx dactylifera L.*) zararlısı: *Rynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) (Coleoptera: Curculionidae). Türkiye Entomolojisi Dergisi, 29 (4): 295-300.
21. Koç, B. ve Kaymak Ertekin, F.(2010). Yanıt yüzey yöntemi ve gıda işleme uygulamaları. Gıda Dergi Park, 35 (1): 1-8.
22. Kösa, S. ve Karagüzel, O.(2016). Antalya, bazı kent içi yolların bitki materyali ve bitkisel tasarımı yönünden değerlendirilmesi. Medıterranean Agrıcultural Scıences, 29 (3): 105-116.
23. Kutlu, N., Yeşilören, G. ve İşçi, A ve Şakıyan, Ö.(2017). Konveksiyonel Ekstraksiyona alternatif yeşil teknolojiler. Gıda, 42 (5): 514-526.
24. Liu, Y., Zhou, Y., Liu, M., Wang, Q. ve Li, Y. (2018). Extraction optimization, characterization, antioxidant and immunomodulatory activites of a novel polysaccharide from the wild mushroom *Paxillus involutus*. International Journal of Biological Macromolecules, 112, 326-332.
25. Mazmancı, M. A. (2011). Ethanol production from *Washingtonia robusta*fruits by using commercia yeast. African Journal of Biotechnolog, 10 (1): 48-53.

26. Nehdi, I. A.(2011). Characteristics and composition of *Washingtonia filifera* (*Linden ex André*) H. Wendl. seed and seed oil. Food Chemistry, 126: 197-202.
27. Özdikicierler, O., Eren, İ., Göksungur, Y., Yemişçioğlu, F. ve Gümüşkesen, A. S.(2016). Gıda mühendisliğinde optimizasyon ve modelleme süreçlerinde cevap yüzey metodu yaklaşımı, Türkiye 12. Gıda Kongresi, Edirne.
28. Özdoğan, K.(2015). Geleneksel ve ultrasonik yöntemlerle kırmızı lahana antosiyaninlerinin ekstraksiyon koşullarının optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
29. Robinson, M. L.(2004). Prunıng palm trees. university of nevada cooperative extension. SP - 04-16.
30. Şenay, F.(2009). Keçiboynuzundan sıvı şeker üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
31. Şengül, M. ve Topdaş, E. F.(2019). Katı-sıvı ekstraksiyonunda kullanılan modern teknikler ve bu teknikler arasında ultrason yardımlı ekstraksiyonun yeri. Derleme Makale, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 50 (2): 201-216.
32. Turan, M. D. ve Altundoğan, H. S.(2011). Hidrometalurjik araştırmalarda yanıt yüzey yöntemlerinin (YYY) kullanımı. Madencilik, 50 (3): 11-23.
33. Tzia, C. ve Liadakis, G.(2003). Extraction optimization in food engineering. Kongre Kütüphanesi Yayınları. New York.
34. Wang, Y., Li, Y., Ma, X., Ren, H., Fan, W., Leng, F., Yang, M. ve Wang, X.(2018a). Extraction, purification, and bioactivities analyses of polysaccharides from *Glycyrrhiza uralensis*, Industrial Crops and Products, 122: 596-608.
35. Wang, K., Li, M., Wen, X., Chen, X., He, Z. ve Ni, Y.(2018b). Optimization of ultrasound-assisted extraction of okra (*Abelmoschus esculentus (L.) Moench*) polysaccharides based on responce surface methodology and antioxidant activity. International Journal of Biological Macromolecules, 114: 1056-1063.
36. Yang, J. S., Mu, T. H. ve Ma, M. M.(2019). Optimization of ultrasound-microwave assisted acid extraction of pectin from potato pulp by response surface methodology and its characterization. Food Chemistry, 289: 351-359.
37. Yılmaz, M. Y.(2009). Keçiboynuzu suyu üretim tenolojilerinin geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
38. Yılmaz, F. M.(2012). Vişne (*Prunus cerasus L.*) posasından fenolik madde ekstraksiyonunun optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Gıda

Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
39. Yin, C., Fan, X., Fan, Z., Shi, D. ve Gao, H.(2018). Optimizasyon of enzymes-microwave-ultrasound assisted extraction of *lentinus edodes* polysaccharides and determination of its antioxidant activity. International Journal of Biological Macromolecules, 111: 446-454.
40. Yin, G. ve Dang, Y.(2008). Optimization of extraction technology of the *Lycium barbarum* polysaccharides by Box-Behnken statistical design. Carbohydrate Polymers, 74 (3): 603-610.
41. Yüksel, E.(2013). Andız pekmezi üretiminde ekstraksiyon aşamasının cevap yüzey metodu kullanılarak optimize edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
42. Zhang, T. T., Lu, C. L., Jiang, J. G., Wang, M., Wang, D. M. ve Zhu, W.(2015). Bioactivities and extraction optimization of crude polysaccharides from the fruits and leaves of *Rubus chingii* Hu. Carbohydrate Polymers, 130: 307-315.

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

KARAMAN' DA YETİŞEN ALIÇ (*Crataegus Orientalis*) MEYVESİNİN BAZI POMOLOJİK VE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Determination of Some Pomological and Physicochemical Properties of Hawthorn (Crataegus orientalis) Fruit Grown in Karaman

Gizem Çelikdemir[1] & Evrim Burcu Uncu Kirtiş[2]

1; Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Karaman-Türkiye, gizemcelikdemir70100@gmail.com

2 (Dr. Öğr. Ü.); Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliğin Bölümü, Karaman-Türkiye, ebuncu@kmu.edu.tr

Öz: Alıç, ülkemizin birçok bölgesinde doğal olarak yetişmesine rağmen çok fazla tüketilmeyen bir meyve türü olarak bilinmektedir. Bu çalışmayla Karaman ilinde yetişen alıç meyvesinin (*Crataegus orientalis*) bazı pomolojik ve fizikokimyasal özellikleri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Pomolojik analizlerde; meyve ağırlığı, boyu, eni, çekirdek sayısı, çekirdek ağırlığı, bin tane ağırlığı tespit edilmiştir. Fizikokimyasal analizlerde ise kül, toplam kuru madde, titrasyon asitliği, pH, SÇKM ve renk (*L**, *a**, *b**) analizleri yapılmıştır. Pomolojik analizlerin sonuçları sırasıyla; 2.35 ± 0.57 g, 16.76 ± 1.47 mm, 16.76 ± 1.48 mm, 3.00 ± 0.59 adet, 0.55 ± 0.18 g, 2400.26 g/1000 adet olarak belirlenmiştir. Fizikokimyasal analiz sonuçları ise; % 1.5 ± 0.06, % 42.60 ± 3.56, % 1.14 ± 0.01, 3.40 ± 0.03, 18.82 ± 0.34 ºBx, 52.39 ± 3.00 (*L**), 8.12 ± 2.07 (*a**), 43.01 ± 3.03 (*b**) olarak raporlanmıştır. Elde edilen sonuçlar önümüzdeki akademik çalışmalara ışık tutması açısından önemli bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Alıç, Karaman, pomolojik ve fizikokimyasal özellikleri

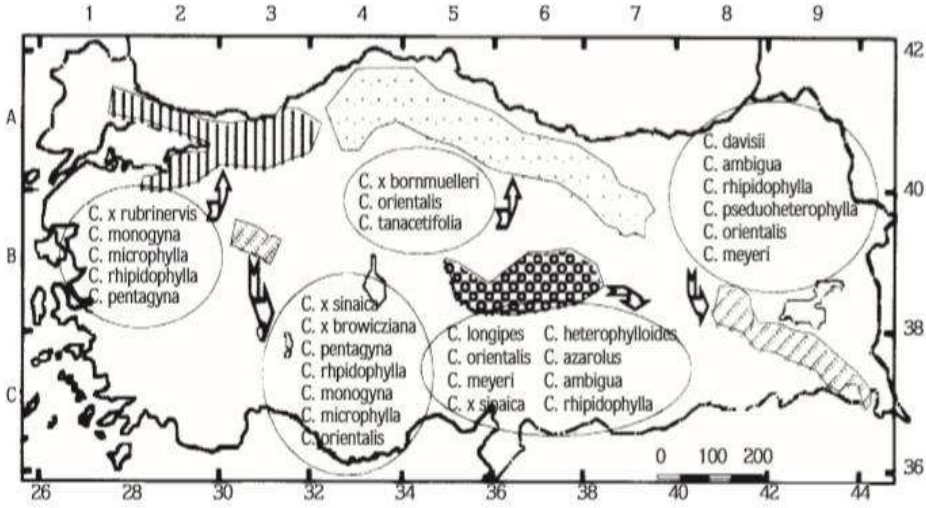
Abstract: Hawthorn is known as a type of fruit that, although it grows naturally in many parts of our country, is not consumed much. With this study, it is aimed to give information about some pomological and physicochemical properties of hawthorn fruit (*Crataegus orientalis*) grown in Karaman province. In pomological analyses, the fruit weight, length, width, seed numbers, seed weight, thousand fruit weight were determined. In the physicochemical analysis; ash, total dry matter, titration acidity, pH, soluble solids content (SSC) and color (L*, a*, b*) analyses were performed. The results of the pomological analyses were 2.35 ± 0.57 g, 16.76 ± 1.47 mm, 16.76 ± 1.48 mm, 3.00 ± 0.59 PCs, 0.55 ± 0.18 g, 2400.26 g/1000 PCs respectively. Physicochemical analysis results were reported as % 1.5 ± 0.06, % 42.60 ± 3.56, % 1.14 ± 0.01, 3.40 ± 0.03, 18.82 ± 0.34 ºBx, 52.39 ± 3.00 (L*), 8.12 ± 2.07 (a*), 43.01 ± 3.03 (b*). The results are thought to be important to shed light on the forthcoming academic studies.

Keywords: Hawthorn, Karaman, pomological and physicochemical

GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde kültüre alınıp yetiştirilen meyve türlerinin yanı sıra nispeten keşfedilmemiş ve yeterince yararlanılmamış birçok meyve türü de yabani olarak yetişmektedir. Bu meyve türünden birisi de alıçtır (Karadeniz ve Kalkamış 1996; Gazioğlu 2000).

Alıç taksonomik olarak, *Rosaceae* familyasının *Maloidae* alt familyasından *Crataegeae* bölümünün *Crataegus* cinsi altında yer almaktadır (Bektaş ve ark., 2017; Gürlen 2018). *Crataegus* türlerinin çoğunun meyveleri yenilebilir özellikte olup Türkiye'de halk arasında alıç adıyla bilinmektedir (Vatansever 2016). Alıç ingilizcede "Hawthorn" olarak adlandırılırken; ülkemizde ise en fazla bilinen alıç isminin dışında; halk arasında Emişen, Edran, Geviş, Beyaz Diken, Kuş Yemişi, Geyik Dikeni, Eski Muşmula, Çakır Alıcı, Ayva Alıcı, Göden Alıcı, Güvemeriği, Kızlar Yemişi, Godon Alıcı, Halıç, Haluç, Aluş, Eloç, Kotan Alıcı, Yaban Gülü, Haziran, Medlar, Sürsülük, Sümsülük ve Kocakarı Yemişi gibi değişik sinonimleride bulunmaktadır (Gazioğlu 2000; Baba 2017; Kasun 2017). Kuzey Avrupa, Kuzey Amerika, Afrika ve Asya gibi anavatanları arasında Türkiye de yer almaktadır. Bu bölgelerinde ılıman yerlerinde geniş ve doğal bir yayılış alanına sahiptir (Kasun 2017; Okatan ve ark., 2017). Alıç meyvesinin birçok türü olmakla birlikte kuzey yarım kürede 50 kadar türü yayılış gösterirken, Türkiye'de ise 17 türü yayılış göstermektedir (Gökbunar 2007; Dönmez 2004; Kasun 2017). Ülkemizde yayılış gösteren alıç türleri yabani olarak Orta Anadolu, Doğu Anadolu, Kuzey Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yoğunlukta bulunmaktadır (Balta ve ark., 2015; Kasun 2017). Figür 1'de alıç türlerinin Türkiye' deki dağılımı gösterilmektedir. Bu bölgelerde bulunan çeşitli alıç türlerinin arasında yoğun bir morfolojik çeşitlilik olmakla birlikte başta meyve rengi ve şekli bakımından da farklılık göstermektedir. Alıcı yiyen bazı kuşların ve memelilerin tohumları etrafa saçmaları, alıç türlerinin bu kadar farklılık göstermesinin nedeni olarak bilinmektedir (Balta ve ark., 2015). Alıç, ülkemizde genellikle dağlık alanlarda, kayalıklarda ve çalılıklarda geniş bir alanda doğal olarak yetişmekte olup bu yabani bitkilere herhangi bir kültürel işlem uygulanmamaktadır (Balta ve ark., 2015; Kasun 2017). Coğrafik olarak bakıldığında en fazla doğal olarak yetişen alıç türleri arasında *Crataegus monogyna* olmakla birlikte *Crataegus orientalis, Crataegus aronia* ve *Crataegus oxyacantha* türleri de yaygın olarak bulunan diğer türler arasında yer almaktadır (Gökbunar 2007; Bektaş 2017; Gürlen 2018).



Figür 1. Türkiye'deki *Crataegus spp.*'nin dağılımı (Dönmez 2004).

Alıç bitkisi (*Crataegus spp.*) tür olarak kısa boylu olup 6 - 7 m'ye boylanabilen bazı türlerde ise 10 m'ye kadar büyüyebilen, çalı şeklinde, dikenli, kışın yaprağını döken, güneşi seven fakat soğuk ve kuraklık gibi olumsuz koşullara dayanıklı olup kolaylıkla yetişebilen bir meyvedir (Gökbunar 2007; Dönmez 2007; Kasun 2017; Gürlen 2018). Alıç bitkisinin gövdesinin rengi kahverengi, gri tonlarında ve çatlaklı, dalları dikenli kırmızı veya kırmızı - esmer renkli olup sürgünleri ise tüylüdür (Kasun 2017; Gürlen 2018). Alıcın ayırt edici özellikleri yaprak şekli, yaprakta bulunan dişler ve tüy örtüsünün varlığı olup karakteristik bir meyve olarak nitelendirilmektedir (Dönmez 2004; Dönmez 2007; Gürlen 2018). Yaprak morfolojisi bakımından ele alındığında yaprakları loplu olan alıçlar genellikle yalnız Avrupa'da; yaprakları dişli olan alıçlar ise genellikle Avrupa, Kuzey Afrika, Türkiye ve Horasan'da doğal yayılış göstermektedir (Baba 2017). Alıç bitkisin dişli yapıdaki meyve yaprakları 1-5 adet arasında, 3-5 cm boyunda, 2-4 cm genişliğinde olabilmektedir. Ayrıca yaprak şekli basit, loblu, teleksi ve çok sıralı sarmal şeklinde, her iki yüzü de gri yeşil renkli ve tüylü olup üst yüzü daha koyu bir renktedir. Mayıs ayında açan beyaz, sarı, pembe veya kırmızı renklerdeki çiçeklerinin çapı ise 15 - 20 mm arasında ve yalancı şemsiye (korimboz) formundadır. Bu çiçeklerdeki çanak ve taç yapraklar beşli olup üst çanak (epikaliks) mevcut değildir. Ayrıca hipantiyum meyve yapraklarına bitişik bir şekilde bulunmaktadır. Bununla birlikte beyaz veya pembemsi renkteki taç yapraklar genellikle çanak yapraklardan daha uzundur. Alıç bitkisinin erkek organ başcıkları (anterler) tek veya çok sayıda 5 - 25 adet arasında

değişmekte olup koyu pembe renktedir. Yumurtalık (Ovaryum) ise üst veya alt durumlu, tek veya çok karpellidir (Dönmez 2004, Dönmez 2007; Vatansever 2016; Kasun 2017; Gürlen 2018). Mayıs ayında çiçeklenen alıcın meyveleri sonbahar aylarında toplanmaktadır (Gürlen 2018). Alıç meyveleri boyutu 6 - 20 mm çapı arasında değişmekte ve elipsoid biçiminde olup 1 ila 3 tohumlu lezzetli, hafif ekşimsi şekilde tüketilebilen bir meyvedir. Ayrıca meyvelerin rengi ilk başta yeşilken olgunlaştıkça sarı, turuncu, kırmızı ve siyah renkler hakim olmaktadır (Dönmez 2007; Kasun 2017; Gürlen 2018). Kırmızı renkte olanlar "yemişen" olarak adlandırılırken sarı - turuncu renkte olanlar ise (insanlar tarafından daha çok tüketilen tür) "alıç" olarak adlandırılmaktadır (Gürlen 2018). Alıcın; küçük, kuru, tek tohumlu ve kendiliğinden açılmayan meyve (aken), olgunluğa erişince karın hattı boyunca yarılan ve tek karpelden oluşan kuru meyve (folikül), eriksi (drupa), yumuşak çekirdekli (pome) veya kümelenmiş (agregat) olarak meyve tipleri bulunmaktadır (Vatansever 2016).

Bu çalışmada araştırma konusu olan alıç meyvesinin *Crataegus orientalis* türü Güneydoğu Anadolu ve Batı Anadolu dışında bütün bölgelerde 1100 - 2100 m rakımda geniş bir yayılış göstererek 3 - 5 m boylanabilmektedir. Mayıs - Temmuz aylarında çiçeklenmektedir. Çiçekleri yalancı şemsiye şeklinde, sık dizilmiş, 1.5 - 2 cm çapında, beyaz, tüylü ve 4 - 10 adet çiçek taşımaktadır. Yapraklar 3 - 5 cm boyunda, 2.5 - 4 mm eninde, ters yumurtamsı - dikdörtgenimsi veya baklava dilimi ve tabanı kama şeklindedir. Ayrıca iki yana yatık, 3 - 7 derin loblu, ince, gri, uzun ve yumuşak tüylüdür. Yaprak sapı ise 5 - 15 mm uzunluğundadır. Çanak yapraklar 4 - 5 mm, üçgenimsi, sivri uçlu ve kısa şekilde olmaktadır. Alıç meyvesinin *Crataegus orientalis* türüne ait görsel Figür 2'de verilmektedir. Meyvesi ise yaklaşık olarak 2 cm çapında küremsi, seyrek, kısa yumuşak tüylü ya da çıplaktır (Subaşı 2018).



Figür 2. Alıç meyvesinin (*Crataegus orientalis*) görünüşü.

Alıcın özelliklerinden biri de farklı toprak yapılarında iyi bir şekilde adaptasyon göstermesidir. Kireç oranı fazla olan killi ve ağır topraklarda daha iyi yetiştiği bildirilmektedir (Gürlen 2018). Alıç kurak ve soğuk havanın hakim olduğu bölgelerde adaptasyon yeteneğinin yüksek oluşu sebebiyle süs bitkisi olarak peyzajda geniş bir kullanım alanının bulmasının yanı sıra, yapısında bulunan değerli vitaminler ve fitokimyasallar ile insan sağlığı bakımından da oldukça önemli bir meyve olduğu yapılan bazı çalışmalarda rapor edilmektedir (Okatan ve ark., 2017; Gürlen 2018). Önemli tıbbi bitkiler arasında yer alan alıç meyve ve çiçeklerinde antioksidan özellikteki flavonoidler (flavanlar), organik asitler, saponin, eter yağı, şekerler ve vitaminleri başta içermek üzere insan sağlığı bakımından yararlı birçok maddeyi yapısında bulundurmaktadır (Gökbunar 2007; Okatan ve ark., 2017). Alıç meyvesinin en önemli özelliklerinden birisi de yapısında yüksek miktarda başta Ca, P, K, Mg ve Fe olmak üzere farklı mineral maddeler içermesidir. Ayrıca meyvelerin karbonhidrat ve vitamin (özellikle C vitamini) özellikleri bakımından oldukça zengindir (Özcan ve ark., 2005). Alıcın bu bileşimi sayesinde çiçek, yaprak ve meyveleri yüksek tansiyona, gut hastalığına, sinir bozukluğuna, damar sertliğine, öksürüğe, boğaz iltihabına, kardiyovasküler hastalıklara, kalp ağrılarına, kalp hastalıklarına, böbrek hastalıklarına, karaciğer ağrılarına, sindirim problemlerine karşı önleyici etkisinin olduğu bildirilmektedir (Gökbunar 2007; Vatansever 2016). Sahip olduğu tıbbi özelliklerinden ve besin değerlerinin yüksek olmasından dolayı alıç türleri gelir getirici türler listesinde ilk sıralara yükselmektedir. Bu nedenle de alıç üretimleri önem arz etmektedir (Baba

2017). Alıcın bilinen faydaları ve potansiyel kullanım alanlarına rağmen, alıç oldukça ihmal edilmiş ve henüz hakkettiği ilgiyi yeterince görmemiş bir tür durumundadır. Gerek ülkemizde gerekse diğer ülkelerde alıcın ticari yetiştiriciliği pek yapılmamaktadır (Gökbunar 2007). Ülkemizde bulunan alıç türlerinin ümitvar genotiplerin ortaya çıkarılmasına yönelik yapılan bilimsel çalışmaların sayısı gittikçe artmaktadır (Balta ve ark., 2015). Bu çalışmalara örnek olarak; Van, Malatya, Hakkari, Kahramanmaraş, Uşak, Bolu ve birçok yerde alıçlarda seleksiyon çalışmaları yapılmış ve yapılmaya da devam etmektedir (Karadeniz ve Kalkışım 1996; Gazioğlu 2000; Türkoğlu ve ark., 2005; Yanar ve ark., 2011; Yavıç ve ark., 2016; Baktaş ve ark., 2017; Okatan ve ark., 2017; Gürlen 2018).

Bu çalışma Karaman'da doğal olarak yetişen alıçların (*Crataegus orientalis*) bazı pomolojik ve fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL & YÖNTEM

Materyal

Çalışmada kullanılan alıç (*Crataegus orientalis*) meyveleri Karaman ilinden temin edilmiş ve Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Meyve ve Sebze İşleme Laboratuvarına getirilmiştir. Analizlerde kullanmak üzere sap, çöp ve benzeri yabancı kısımları ayıklanıp temizledikten sonra kilitli plastik torbalar içinde + 4 ºC'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Yöntem

Alıcın pomolojik özelliklerinin belirlenmesinde; tesadüfi olarak alınan 100 meyvede ortalama meyve ağırlığı, çekirdek ağırlığı (0.1 g'a duyarlı terazi ile), meyve boyu, eni (0.01 mm'ye duyarlı kumpas ile), çekirdek sayısı ve 1000 tane ağırlığı belirlenmiştir.

Fizikokimyasal analizlerden ise; suda çözünür kuru madde (SÇKM) (KEM marka RA-600 model ABBE refraktometresi ile), titrasyon asitliği (TA) (titrasyon metoduyla), pH değeri (HANNA Instruments marka HI 2550 model dijital pH metre ile), renk değerleri (L^*,a^*,b^*) (Hunter Lab marka Color Flex model renk ölçüm cihazı ile), kül tayini (Nüve marka MF 110 model kül fırını ile) ve kuru madde tayini (Nüve marka FN 055 model etüv ile) yapılmıştır (Cemeroğlu 2010). Tüm analizler üç paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada Karaman ilinde yetişen alıç meyvesinin (*Crataegus orientalis*) bazı pomolojik özellikleri ve fizikokimyasal içeriği hakkında

bilgi verilmiştir. Alıca ait pomolojik özellikler Çizelge 1'de görülmektedir. Analiz sonuçları doğrultusunda meyve ağırlığının, eninin, boyunun, çekirdek ağırlığının, çekirdek sayısının minimum ve maksimum değerleri sırasıyla; 1.12 - 4.42 g, 12.95 - 19.82 mm, 12.92 - 20.60 mm, 0.17 - 0.98g, 2 - 4 adet arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Literatüre bakıldığında farklı genotiplere ait alıç meyve ağırlıklarının 0.96 - 4.03 g (Okatan ve ark., 2017), 2.16 - 4.89 g (Yavıç ve ark., 2016), 1.54 - 4.72 g (Balta ve ark., 2015), 0.65 - 4.19 g, (Yanar ve ark., 2011), 0.29 - 4.21 g (Türkoğlu ve ark., 2005), 1.33 - 1.53 g (Gazioğlu 2000), 0.81 - 2.14 g (Karadeniz ve Kalkamış 1996) aralığında olduğu belirlenmiştir. Çalışmamız sonucunda alıç meyve ağırlığı 1.12 - 4.42 g arasında bulunup literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

Çalışmamızdaki alıç örneklerinin meyve eni ve boyu sırasıyla 12.95 - 19.82 mm, 12.92 - 20.60 mm arasında belirlenmiştir. Literatürde de meyve eni ve boyunun sırasıyla 12.53 - 19.94 mm, 10.48 - 17.43 mm (Okatan ve ark., 2017), 15.15 - 23.20 mm, 14.72 - 19.81 mm (Yavıç ve ark., 2016), 13.21 - 21.6 mm, 5.86 - 24. 23 mm (Balta ve ark., 2015), 9.88 - 20.39 mm, 10.06 - 16.41 mm (Yanar ve ark., 2011), 7.32 - 21.70 mm, 7.96 - 19.30 mm (Türkoğlu ve ark., 2005), 7.32 - 21.70 mm, 7.96 - 19.30 mm (Gazioğlu 2000), 10.74 - 17.06 mm, 10.65 - 15.49 mm (Karadeniz ve Kalkamış 1996) arasında olduğu görülmüştür.

Literatürde alıçların çekirdek ağırlığı 0.23 - 0.98 g (Okatan ve ark., 2017), 0.39 - 0.86 g, (Yavıç ve ark., 2016), 0.32 - 0.90 g (Balta ve ark., 2015), 0.20 - 0.45 g (Yanar ve ark., 2011), 0.03 - 0.34 g (Türkoğlu ve ark., 2005), 0.03 - 0.34 g (Gazioğlu 2000), 0.17 - 0.55 g (Karadeniz ve Kalkamış 1996) olarak tespit edilmiştir. İncelenen alıçlarda çekirdek ağırlığı 0.17 - 0.98 g arasında olup literatürle uygun sonuçlar bulunmuştur.

Çekirdek sayısı ise 2 - 4 adet arasında bulunmuştur. Literatürde de alıç örneklerine ait çekirdek sayıları ortalamalarının minimum ve maksimum değerleri 2.33 - 3.67 adet (Okatan ve ark., 2017), 1.95 - 3.47 (Yavıç ve ark., 2016), 3 - 5 adet (Balta ve ark., 2015), 1.00 - 4.23 adet (Türkoğlu ve ark., 2005), 1.00 - 4.50 adet (Gazioğlu 2000) arasında değişim göstermiştir.

Moghadam ve Kheiralipour (2015) tarafından; alıç meyvesinin (*Creataeguspontica*) bin tane ağırlığının 3065.54 g/1000 adet olduğu bildirilmiştir. Tarafımızdan yapılan çalışmada bin tane ağırlığı 2400.26 g/1000 adet olarak bulunmuştur.

Çizelge 1. Alıç meyvesinin ortalama pomolojik özellikleri.

Özellikler	**Miktar (ort ± st.sap.)**
Meyve Ağırlığı (g)	2.35 ± 0.57
Çekirdek Ağırlığı (g)	0.55 ± 0.18
Meyve Boyu (mm)	16.76 ± 1.47
Meyve Eni (mm)	16.76 ± 1.48
Çekirdek Sayısı (adet)	3.00 ± 0.59
Bin Tane Ağırlığı (g/1000 adet)	2400.26



Figür 3. Pomolojik analiz için kullanılan alıç meyvesi (*Crataegus orientalis*).

Alıca ait bazı fizikokimyasal analiz sonuçları ise Çizelge 2'de sunulmuştur. Alıçta ortalama SÇKM miktarı 18.82 ± 0.34 ºBx olarak bulunmuştur. Literatür de ise farklı alıç genotiplerine ait SÇKM miktarları 9.12 - 17.40 ºBx (Okatan ve ark., 2017), 16.04 - 25.56 ºBx (Yavıç ve ark., 2016), 12.20 - 27.20 ºBx (Karadeniz ve Kalkamış, 1996), 11.66 - 29.16 ºBx (Gazioğlu, 2000) arasında değişim göstermiştir.

Alıca ait ortalama pH 3.40 ± 0.03 olarak tespit edilmiştir. Literatürde alıcın pH değerleri 2.95 - 4.12 (Okatan ve ark., 2017), 3.04 - 4.06 (Yavıç ve ark., 2016), 3.57 - 4.09 (Gazioğlu, 2000) arasında olduğu gösterilmiştir.

Çalışmamız sonucu TA % 1.14 ± 0.01 olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda alıcın TA değeri % 0.58 - 2.85 (Okatan ve ark., 2017), % 0.53 - 2.76 (Yavıç ve ark., 2016) arasında değişim göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda ortalama toplam kuru madde oranı % 42.60 ± 3.56 olarak bulunmuştur. Literatürde de farklı genotiplere ait alıçların toplam kuru madde miktarı % 17.41 - 53.40 (Gazioğlu, 2000), % 28.07 - 31.62 (Kasun, 2017) olduğu görülmektedir.

Alıç örneklerinde % kül miktarı (kuru maddede) 1.5 ± 0.06 ve renk değerleri (*L**, *a**, *b**) 52.39 ± 3.00 (*L**), 8.12 ± 2.07 (*a**), 43.01 ± 3.03 (*b**) olarak bulunmuştur. Kasun (2017) tarafından yapılan çalışmada farklı genotipteki alıçlarda kül miktarı % 0.75 - 1.23 arasında renk değerleri ise *L** değeri 33.68 - 38.41, *a** değeri 5.26 - 8.34, *b** değeri 13.72 - 16.37 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 2. Alıç meyvesinin fizikokimyasal özellikleri.

Özellikler	**Ortalama ± St.sap.**
SÇKM (ºBx)	18.82 ± 0.34
pH	3.40 ± 0.03
TA (%)	1.14 ± 0.01
Toplam kuru madde (%)	42.60 ± 3.56
Kül (%) (kuru maddede)	1.5 ± 0.06
Renk (*L**, *a**, *b**)	52.39 ± 3.00, 8.12 ± 2.07, 43.01 ± 3.03

SONUÇ

İnsan sağlığı üzerinde faydaları son yıllarda daha iyi anlaşılan alıç meyve türüne olan ilgi her geçen gün daha çok artmaktadır. Bu yararlı etkilerinden dolayı yakın bir gelecekte alıç meyvesine gıda sanayiinden talep olacağı beklenmektedir. Bu durumda; alıç gibi doğal olarak yetişen meyve türleri bileşiminin ayrıntılı olarak incelenmesi önem kazanmaktadır.

Giderek artan küresel ısınma ve kuraklaşma nedeni ile sulamaya daha az ihtiyaç duyan ve kuraklığa karşı dayanıklı bitkilerin önemi gitgide artmaktadır. Bu nedenle zorlu şartlara dayanıklı bitkilerin değerlendirilmesine yönelik çalışmaların artacağı tahmin edilmektedir.

Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde doğal olarak yetişen geniş bir yayılıma sahip olan farklı alıç türlerini görmek mümkündür. Türkiye'de

coğrafik şartların da etkisiyle her bölgenin kendine has karakteristik alıç varlığına sahip olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle her bölgenin detaylı olarak incelenmesi önem taşımaktadır.

Elde edilen sonuçlar önümüzdeki akademik çalışmalara ışık tutması açısından önemli bulunmuştur.

KAYNAKLAR

1. Baba, A. (2017). Crataegus orientalis (PallasEx. Bieb) (Doğu Alıcı) ve *Crataegus pontica* (K. Koch.) (Doğu Karadeniz Alıcı) tohumlarının çimlenmesi üzerine katlama, küllü suda bekletme ve sülfirik asitle zedeleme ön işlemlerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.

2. Balta, M.F., Karakaya ve O., Kaptan, G. (2015). Çorum'da yetişen alıçların (*Crataegus* Spp.) fiziksel özellikleri. Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(2): 35-41.

3. Bektaş, M., Bükücü, Ş.B., Özcan ve A., Sütyemez, M. (2017). Akçadağ ve hekimhan ilçelerinde yetişen alıç (*Crataeugus* spp.) genotiplerinin bitki ve pomolojik özellikleri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 4(4): 484-490.

4. Cemeroğlu, B.S. (2010). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:34. sayı 2. 1-429. Ankara.

5. Dönmez, A.A. (2004). The genus Crataegus L. (Rosaceae) with special reference to hybridisation and biodiversity in Turkey. Turkish Journal of Botany, (28): 29-37.

6. Dönmez, A.A. (2007). Taxonomic note on the genus Crataegus (Rosaceae) in Turkey. Botanical Journal of the Linnean Society, (155): 231-240.

7. Gazioğlu, R.İ. (2000). Van yöresinde yetişen alıçlar. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van.

8. Gökbunar, L. (2007). Alıç (*Crataegus* spp.)'nın İn Vitro mikroçoğaltımı. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.

9. Gürlen, A. (2018). Bolu ilinde yetişen alıç (*Crataegus* spp.) genetik kaynaklarının fizikokimyasal ve moleküler karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bolu.

10. Karadeniz, T. ve Kalkışım, Ö. (1996). Erdemit ve gevaş ilçelerinde yetişen alıç (*Crataegus azarolus l.*) tiplerinin meyve özellikleri ve ümitvar tiplerin seçimi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(1): 27-33.

11. Kasun, Ş. (2017). Tunceli yöresinde yetişen kuşburnu (*Rosa canina*) ve alıç (*Crataegus orientalis*) yabani meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı, fenolik kompozisyonu, antioksidan kapasitesi ile bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Munzur Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tunceli.

12. Moghadam, J. ve Kheiralipour, K. (2015). Physical and nutritional properties of hawthorn fruit (*Crataeguspontica L.*). AgricEngInt: CIGR Journal, 17(11): 232-237.

13. Okatan, V., Gündoğdu, M. ve Çolak, A.M. (2017). Uşak' ta yetişen farklı alıç (*Crataegus* spp.) genotipi meyvelerinin bazı kimyasal ve pomolojik karakterlerinin belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(3): 39-44.

14. Özcan, M., Hacıseferoğulları, H., Marakoğlu, T. ve Arslan, D. (2015). Havthorn (*Crataegus* Spp.) fruit: some physical and chemical properties. Journal of Food Engineering, (69): 409-415.

15. Subaşı, Y. (2018). Crataegus orientalis (Pallas Ex. Bieb) tohumlarının çimlenmesi üzerine ekim zamanı ve bazı ön işlemlerin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.

16. Türkoğlu, N., Kazankaya, A. ve Sensoy, R.İ. (2004). Pomological characteristics of hawthorns species found in van region. Tarım Bilimleri Dergisi, 15(1): 17-21.

17. Vatansever, H. (2016). Alıç (*Crataegus tanacetifolia*, *Crataegus monogyna*) meyvesi çeşitlerinden üretilen marmelat ve reçellerin bazı özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ayfon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon.

18. Yanar, M., Ercisli, S., Yılmaz, K.U., Sahiner, H., Taskin, T., Zengin, Y., Akgül, İ. ve Çelik, F. (2011). Morphological and chemical diversity among hawthorn (*Crataegus* spp.) genotypes from turkey. Scientific Research and Essays, Academic Journals, 6(1): 35-38.

19. Yavıç, A., Taylan, A., Balcı, H. ve Encu, T. (2016). Biochemical and pomological characteristics of hawthorn (*Crataegus* spp.) fruits grown in Şemdinli, Hakkari. Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 26(4): 500-504.

GEOMATICS ENGINEERING
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

2014-2016 YILLARI ARASINDAKİ MEVSİMSEL İYONOSFERİK DEĞİŞİMLERİN IRI2016 MODELİ KULLANILARAK İRDELENMESİ

Samed İnyurt[1 *]

[1]*Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 60150, Tokat.*

Öz: İyonosfer tabakası dünyanın nötr atmosfer ile güneşin tamamen iyonlaştırdığı atmosfer arasındaki bölüm olarak düşünülebilir. Nötr tabaka olan troposferde dalganın yayılımı başlıca basınç, sıcaklık, su buharı miktarı gibi etkenlere bağlıyken iyonosferde dalganın yayılımı sinyalin izlediği yol boyunca serbest halde bulunan elektronların sayısından etkilenmektedir. Söz konusu tabaka solar aktivite, manyetik fırtına, mevsimsel değişim, gece-gündüz, deprem gibi etmenlerden etkilenmektedir. Bu çalışmada ZONG istasyonuna ilişkin 2014-2016 yılları arasındaki Toplam Elektron Miktarı (TEC) değerleri IRI-2016 modeli kullanılarak ortaya çıkarılmış ve analiz edilen yıllara ilişkin mevsimsel TEC değişimleri irdelenmiştir. Çalışma sonucunda, 2014 yılının iyonosferik açıdan en aktif yıl olduğu tespit edilirken, en durağan yılın 2016 yılı olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan TEC değerlerinin analiz edilen yıllarda en düşük değere gece saatlerinde ulaştığı, en yüksek değere ise gündüz öğle vakitlerinde ulaştığı görülmüştür.

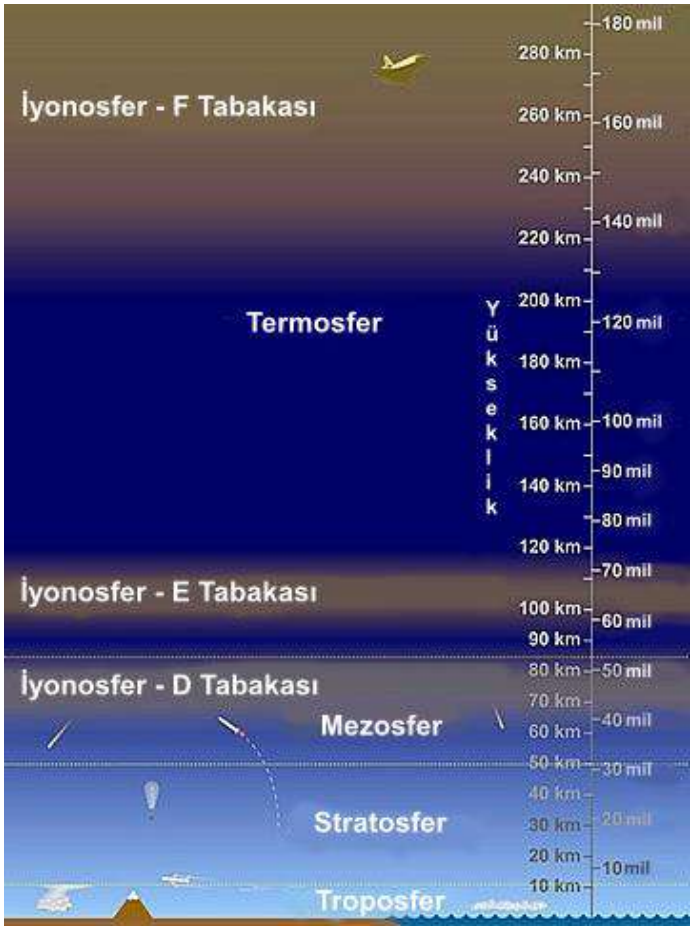
Anahtar Kelimeler: İyonosfer, Mevsimsel etki, GNSS

Abstract: The ionosphere layer can be thought of as the part between the earth's neutral atmosphere and the atmosphere where the sun is completely ionized. In the troposphere, which is the neutral layer, the propagation of the wave is mainly influenced factors such as pressure, temperature, and the amount of water vapor, whereas the propagation of the wave in the ionosphere is influenced by the number of electrons that are free along the path of the signal. This layer is affected by solar activity, magnetic storm, seasonal change, day and night, earthquake. In this study, Total Electron Amount (TEC) values of ZONG station between 2014-2016 were determined by using IRI-2016 model and seasonal TEC changes for the analyzed years were examined. As a result of the study, it was determined that 2014 was the most active year in terms of ionospheric, while 2016 was the most stable year. On the other hand, it was observed that TEC values reached the lowest value at night during the analyzed years, and reached the highest value at noon during the day.

1. GİRİŞ

Dünya atmosferi bilindiği üzere çeşitli katmanlardan oluşmaktadır. Bu katmanlardan bazıları elektrik yüklü atom ve moleküllerden oluşmaktadır. Bu katmanların tamamına iyonosfer adı verilmektedir. Güneş kaynaklı

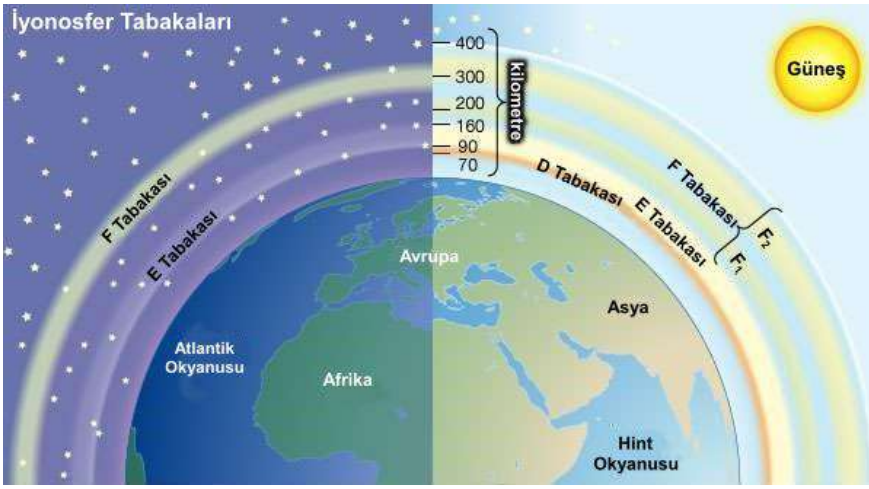
yüksek enerjili X ve UV ışınları atmosferin üst kısmında bulunan gaz molekülleri ve atomlarla sürekli olarak çarpışırlar. Bu çarpışmalardan bazıları serbest halde bulunan atom ve moleküllerde bulunan elektronları elektrik yüklü serbest halde dolaşan iyon (elektron kaybetmiş atom veya moleküller) haline gelmesine sebep olur. Bu elektrik yüklü iyonlar normal halde bulunan elektrik yüklü atom ve moleküllerden farklı davranış gösterir. Bu elektronlar iyonosferin farklı bölgelerinde farklı oranlarda yer almaktadır. Atmosfer tabakalarının genel gösterimine ilişkin gösterim Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1 Atmosfer Tabakalarının Genel Gösterimi

İyonosfer tabakası genel olarak üç ana bölgeye ayrılmaktadır. Bunlar D, E ve F tabakaları olarak adlandırılmaktadırlar. Bu tabakaların keskin

sınırları yoktur ve günden güne veya mevsimsel olarak değişiklik göstermektedir. D tabakası iyonosferin en alt katmanı olarak ifade edilmektedir. Şekil 2'de iyonosfer tabakasında bulunan bölgeler genel olarak gösterilmiştir.



Şekil 2 İyonosfer Tabakalarının Genel Gösterimi

Elektronlar iyonosfer tabakasında yoğun F tabakasında bulunmaktadır. İyonosfer tabakasının en üst katmanı olan F tabakası 140-350km arasında yer almaktadır. Bazı durumlarda söz konusu üst yüksekliğin 500 km'ye kadar uzandığı görülmektedir. Geceleri bir bütün halinde bulunurken, gündüz vakitlerinde F1 ve F2 tabakaları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. 140-200km arasına yer alan F1 katmanı sadece gündüz görülmektedir. F2 katmanı ise iyonlaşmanın en fazla olduğu dolayısıyla en aktif tabaka olarak isimlendirilmektedir. Bu katman yüksek frekanstaki sinyallerin yayılımı için oldukça önem arz etmektedir. Dolayısıyla özellikle Global Navigasyon Uydu Sistemleri (GNSS) gibi sinyal bazlı sistemler için bu tabakanın doğru şekilde modellenebilmesi gerekmektedir (Norsuzila vd., 2010; Pajares vd., 2011). F2 tabakasındaki iyonizasyon zenit açısından bağımsız olup bu tabakaya ait f0f2 kritik frekansı yaz aylarında küçük değişim gösterirken, kış aylarında yaz ayına göre 2 kat daha fazla değişim göstermektedir (Klobuchar 1987; Li vd., 2012) .

2. METOT

International Union of Radio Science (URSI) ve Committee on Space Research (COSPAR) tarafından geliştirilen IRI, iyonosonda istasyonlarından faydalanılarak iyonosferin sıcaklık ve yoğunluğunun belirlenmesinde kullanılan uluslararası bir modeldir. International Reference Ionosphere (IRI-2016) modeline https://ccmc.gsfc.nasa.gov/modelweb/models/iri2016_vitmo.php adresi aracılığıyla ulaşılabilmektedir.

Yerden 50 km ile 2.000 km arasında var olan elektron miktarı uluslararası iyonosfer referans modeli (IRI-2016) programı sayesinde online olarak hesaplanabilmektedir. Model temel anlamda altı farklı parametre üzerinden hesaplama yapmaktadır; bunlar, elektron yoğunluğu, elektron sıcaklığı, iyonun içeriği, iyon sıcaklığı, iyon sürüklenmesi ve toplam elektron miktarıdır. Programda toplam elektron miktarı tanımlanan bir iyonosfer tabakası aralığı ile bu aralıkta en fazla elektron miktarının hangi yükseklikte olduğu bilgileri girilerek hesaplama yapılmaktadır. Şekil 3'de IRI-2016 modelinin genel gösterimi verilmektedir.



Şekil 3: IRI-2016 modeli kullanıcı bölümü genel gösterimi

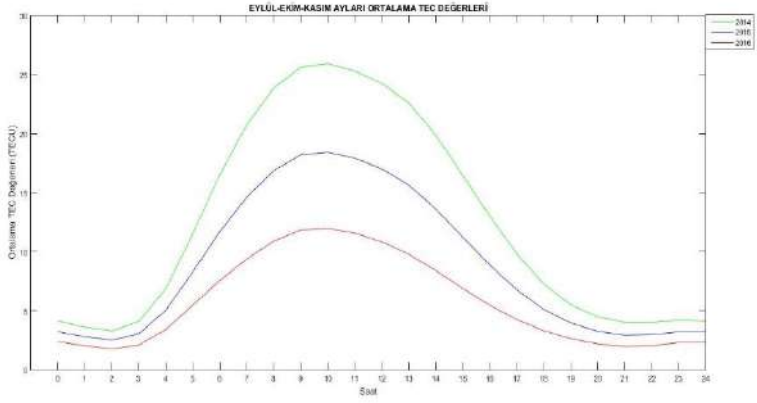
3. UYGULAMA

Bu çalışmada Zonguldak'ta bulunan ZONG istasyonunun 2014,2015 ve 2016 yıllarına ait sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerine ilişkin TEC değerlerine ilişkin alt ve üst sınırlar ;

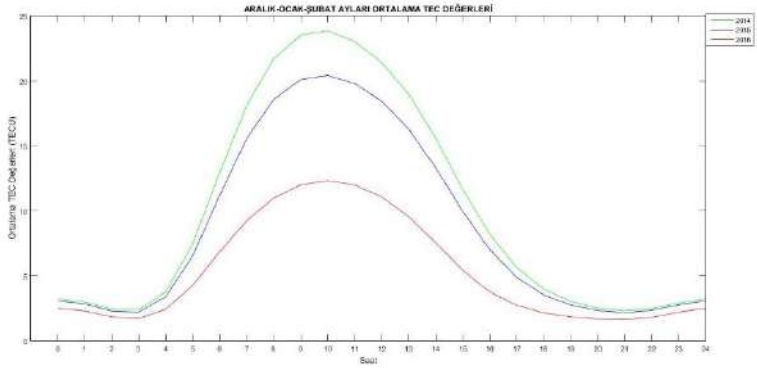
$$UB=M+2\sigma \quad (1)$$

$$LB=M-2\sigma \quad (2)$$

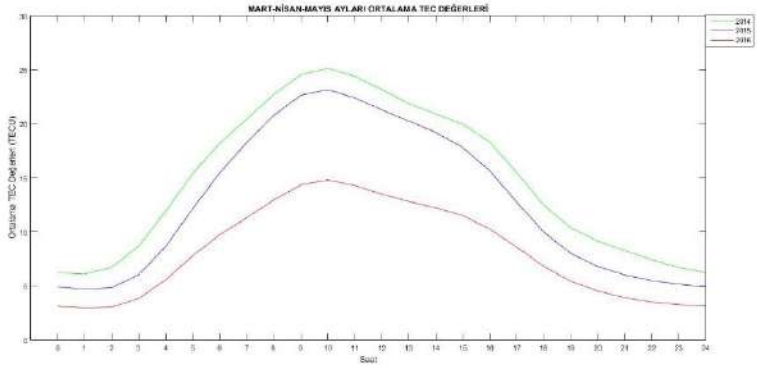
Bağıntıları ile elde edilmiştir. Mevsimlere göre analiz edilen yılların TEC değerleri değişimi Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterilmiştir.



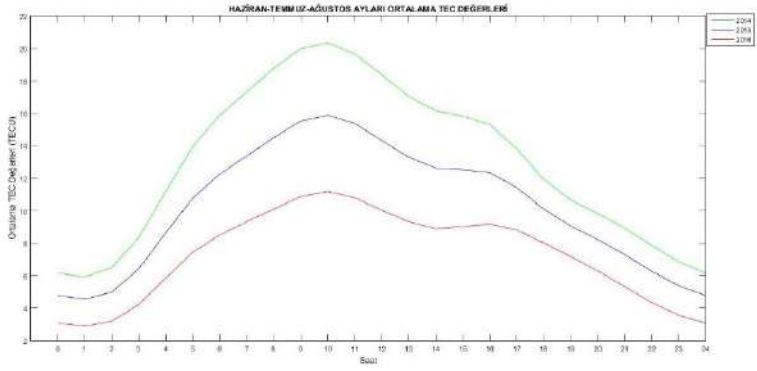
Şekil 4: 2014-2015-2016 yıllarının sonbahar ayları ortalama TEC değerleri



Şekil 5: 2014-2015-2016 yıllarının kış ayları ortalama TEC değerleri



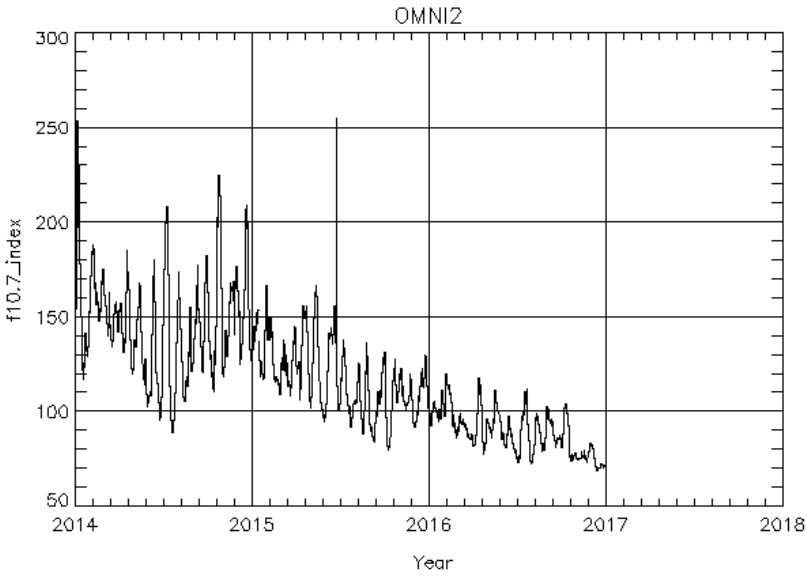
Şekil 6: 2014-2015-2016 yıllarının ilkbahar ayları ortalama TEC değerleri



Şekil 7: 2014-2015-2016 yıllarının yaz ayları ortalama TEC değerleri

2014-2015-2016 yıllarının Sonbahar, Kış, İlkbahar, Yaz mevsimlerinin ortalama TEC değerleri ilgili şekillerde gösterilmektedir. Şekillerde 'yeşil' renk 2014, 'mavi'renk 2015, 'kırmızı' ise 2016 yılını temsil etmektedir. Aynı zamanda bu yıllar saat bazında incelendiğinde; gece 03:00 saatlerinde başlayarak 15:00 saatlerine kadar TEC değerlerinde artış olduğu ve 14:00'dan itibaren TEC değerlerinde azalma olduğu görülmektedir. En düşük TEC değerlerinin ise, genel olarak 22:00, 23:00 ve 24:00 saatlerinde olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak; iyonosferdeki iyonlaşma miktarı güneş ışınımı ile ilgilidir. Güneş ışınımı ile elektronlar

moleküllerinden ayrılarak serbest hale geçer. Bunun sonucu olarak da; serbest elektron miktarı öğle saatlerinde en yüksek seviyeye ulaşır. Geceleri ise elektronlar iyonlar ile birleştiğinden serbest elektron yoğunluğu azalır. Diğer yandan mevsimsel değişim irdelendiğinde 2014 yılının genel olarak iyonosferik aktvite açısından en hareketli yıl olduğu, en sakin yılın ise 2016 yılı olduğu görülmektedir. Yıllar arasındaki bu farklılığın daha iyi irdelenebilmesi için solar aktivite hakkında bilgi veren F10.7 cm indisi analiz edilen yıllar için https://omniweb.gsfc.nasa.gov/form/dx1.html adresinden elde edilmiştir.



Şekil 8: 2014-2015-2016 yıllarına ilişkin F10.7 cm indis gösterimi

Şekil 8 irdelendiğinde solar aktivitenin 2014 yılında 2015 ve 2016 yıllarına göre daha aktif olduğu, benzer şekilde 2015 yılında solar aktivitenin 2016 yılına göre daha hareketli olduğu görülmektedir. Dolayısıyla yukarıda gösterilen TEC mevsimsel değişimlerinin solar aktivite ile uyumlu olduğu görülmektedir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada 2014-2016 yılları arasındaki ZONG istasyonuna ait mevsimsel iyonosferik değişimler IRI-2016 modeli kullanılarak irdelenmiştir. Analiz sonucu elde edilen değişimlerin büyük oranda solar aktivite kaynaklı olduğunu göstermektedir.

Ülkemizde GNSS bazlı iyonosfer izleme sisteminin kurulması ve elde edilecek bölgesel haritalama ile düşük maliyet ve yüksek doğruluklu veri üretimi sağlanarak, ülkemizin üst atmosfer izleme çalışmalarına önemli katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Kurulması önerilen sistem ile sadece solar aktivite etkisinin yanı sıra manyetik fırtına, deprem gibi etkilerin çok daha etkin ve hızlı şekilde ortaya çıkarılabilmesine imkan verecektir. Uzun süreli izleme ile iyonosfer klimatolojisi ortaya çıkarılarak iyonosferin geleceği hakkında gerçekçi yorumların yapılabilmesine imkan sağlanacağı düşünülmektedir.

REFERANSLAR

Klobuchar J A (1987) Ionospheric Time Delay Algorithm for Single Frequency GPS Users, in IEEE Transactions on Aerospace and Electronics Systems, 23:3.

Li Z, Yuan Y, Li H and Ou J (2012) Two-Step Method for Determination of the Differential Code Biases Of COMPASS Satellites, *J Geod* DOI 10.1007/s00190-012-0565-4.

Norsuzila Y, Abdullah M, Ismail M, Ibrahim M and Zakaria Z (2010) Total Electron Content (TEC) and Estimation of Positioning Error Using Malaysia Data, Proceedings of the World Congress on Engineering 2010 Vol I WCE 2010, June 30 - July 2, 2010, London, U.K.

Pajares, M H, Juan J M, Sanz J, Angel A A, Rigo A G, Salazar D and Escudero M (2011) the Ionosphere: Effects, GPS Modeling and the Benefits for Space Geodetic Techniques *J Geod* DOI 10.1007/s00190-011-0508-5

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

THE USAGE OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM IN FAUNUSTIC RESEARCH

Melike Gokce[1] & Ilkay Bugdayci[2] & Bilal Dik[3]

1. Ms. Student, Necmettin Erbakan University Engineering and Architecture Faculty Geomatic Engineering
melikegokce48@gmail.com (corresponding author)
2. Assit. Prof. Dr., Necmettin Erbakan University Engineering and Architecture Faculty Geomatic Engineering
ibugdayci@erbakan.edu.tr
3. Prof. Dr., Selcuk University Faculty of Veterinary Medicine Pre-Clinical Sciences
bdik2005@yahoo.com

Abstract: Geographical Information System (GIS) increases the communication with maps and the decision-making capacity of the users through spatial analyzes and models. Nowadays GIS technology, has a wide usage area such as; industry, tourism, trade, transportation, ecology, environment, climate, cartography, urban planning, agricultural applications, infrastructure studies, archeology, biology vehicle tracking systems and so on. can be sorted. In addition, in recent years, GIS is used for the spatial analysis in faunistic (geographical distribution) researches of living organisms. In the faunistic studies, GIS is especially important for the creation of distribution maps of species, identification of possible distribution areas of the species, questioning the changes and developments of faunistic data over time and providing scientific support in many other subjects. In this study, the use of GIS in faunistic studies was investigated. In this context, Bluetongue, Akabane, Schmallanberg spreading diseases such as Culicoides species caused by this species is given information about bluetongue disease. It is vital to identify the possible distribution sites of the virus causing this disease and to generate the spread maps of the virus.

Keywords: Geographical Information System, Faunistic Studies, Culicoides, Bluetongue Disease,

Öz: Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), mekansal analizler ve modeller aracılığıyla haritalar ile iletişimi ve kullanıcıların karar verme kapasitesini arttırır. Günümüzde CBS teknolojisi, geniş kullanım alanına sahiptir; sanayi, turizm, ticaret, ulaştırma, ekoloji, çevre, iklim, haritacılık, şehir planlama, tarımsal uygulamalar, altyapı çalışmaları, arkeoloji, biyoloji araç takip sistemleri vb. sıralanabilir. Ayrıca, son yıllarda, CBS canlı organizmaların faunistik (coğrafi dağılım) araştırmalarında mekansal analiz için kullanılmaktadır. Faunistik çalışmalarda, türlerin dağılım haritalarının oluşturulması, türlerin muhtemel dağılım alanlarının belirlenmesi, faunistik verilerin zaman içindeki

değişimlerini ve gelişmelerini sorgulamak ve diğer birçok konuda bilimsel destek sağlamak için özellikle önemlidir. Bu çalışmada faunistik çalışmalarda CBS kullanımı araştırılmıştır. Bu çalışmada CBS'nin faunistik çalışmalarda kullanımı araştırılmış, Mavidil, Akabane, Schmallanberg gibi hastalıklara vektörlük eden Culicoides türü ve neden olduğu mavidil hastalığı incelenmiştir. Bu hastalığa neden olan virüsün muhtemel dağıtım bölgelerini belirlemek ve virüsün yayılma haritalarını oluşturmak hayati önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemi, Faunistik çalışmalar, Culicoides, Mavi dil hastalığı,

INTRODUCTION

As in many areas, GIS is used for spatial analysis of faunistic research for living things. Determining the distribution types and areas of species; faunistic research, nature conservation studies, ecological and biological research and many more. Knowing the distribution and distribution areas of the species and planning the right time vaccinations in that region according to the phenology and ecology of the species which are vectors for some diseases in order to prevent a possible outbreak is of great importance in order to detect the risk areas immediately and provide regional intervention. GIS provides a great advantage in transferring spatial data of species to computer environment, adding different attribute information, processing, performing various analyzes and much more. Although GIS has started to be used in the faunistic studies in our country recently, the studies conducted in this field are mostly aimed at identifying species.

In the faunistic studies supported by GIS, the necessity of working in different disciplines for spatial analysis and mapping, etc. For these reasons, such studies are rarely carried out and generally do not go beyond species identification. For this reason, in the faunistic study area of GIS, it is especially important to create distribution maps, to show the horizontal and vertical distributions of the species, to show allopathic and simpartic speciation areas, to determine the areas where the species will likely spread and to provide scientific support on many issues (Salur et al., 2015).

FAUNISTIC STUDIES WITH GIS

Fauna as the word meaning; all of the animal species in a given geography or a community of animals that have adapted (Dersimiz, 2019). In this context, all the studies carried out on a specific species belonging to

a certain region can be called as faunistic studies. These studies generally consist of the climatic conditions of the region, environmental factors affecting the species, living and reproductive conditions.

In the faunistic study area, GIS is especially important in terms of creating distribution maps of species, marking distribution areas, identifying possible areas of extension, questioning the changes and developments of faunistic data over time, and providing scientific support in many other areas.Determining the distribution types and areas of species; faunistic research, nature conservation studies, ecological and biological research and many more.Knowing the distribution and distribution areas of the species and planning the right time vaccinations in that region according to the phenology and ecology of the species which are vectors for some diseases in order to prevent a possible outbreak is of great importance in order to detect the risk areas immediately and provide regional intervention.GIS provides a great advantage in transferring spatial data of species to computer environment, adding different attribute information, processing, performing various analyzes and much more (Ekiz, 2015).

In a study conducted by Boriani et al. (2005) on butterflies in Italy by using GIS; species of plant species found in the areas where butterflies are caught are classified, In a study on plant aphids in Serbia, geographic inquiries, data analysis, association of biology of species, collection of horizontal and vertical distribution and so on studies have been made(Prodanović and Prodanović, 2012).However, while research on the Culicoides species in Switzerland (Cagienard et al., 2006), Conte et al. (2003, 2007) by the analysis of the habitat of Culicoides species was made.In addition, thematic maps of temperature and humidity have been established to determine seasonal habitat locations of the Culicoides species (Racloz et al., 2008).

Turkey also Culicoides, Odonata, Clytrina, Vespidae etc. species are examples of species that have been subject to faunistic studies. Culicoides species and bluetongue disease caused by this species were investigated.

CULICOIDES

Culicoides species Nematocera suborder belongs to the family Ceratopogonidae. So far, about 1400 pieces worldwide, while 61 Culicoides species were identified in Turkey (Borkent, 2016). Females of this species play a role in the vectors of various pathogens and parasites by sucking blood from humans and animals (Blacwell, 2001). Men feed on rotten fruits and vegetables. Bluetongue, Akabane, Ephemeral Fever, Schmallanberg etc. disease to vector.

Studies conducted on this species in Turkey which has gained speed in the last 30 years, the first studies Navai (1977), was initiated by. This researcher worked in Diyarbakır, Adana, Sivas and İzmir regions and identified 19 species (Dik, 2017). Then Dik et al. continued to work in various regions. Due to the fact that the studies were conducted by few researchers, no research has been conducted on the culicoides fauna of some regions or the studies have been limited to only one or several provinces (Dik, 2017).

BLUETONGUE DISEASE

Bluetongue virus (BTV) causes Bluetongue disease (BT) and is transmitted by adult females of several Culicoides species (Diptera: Ceratopogonidae) (Perez et al., 2012). The disease was first discovered in South Africa in the early 20th century (Hutcheon, 1902). Until an outbreak occurred in Cyprus in 1943 (Mellor et al., 2009), it was recognized as an African disease. Other outbreaks continued in the Middle East, soon after the virus was found in North America and later in South Asia and Australia. After the first outbreak in Cyprus, two other outbreaks occurred in Europe. The first, between the years 1956-1960 in southern Iberia (Spain and Portugal), the second is at the other end of the Mediterranean Sea, near Turkey's western coast of the Greek island of Lesvos and Rhodes was the emergence in 1979 until 1980. Bluetongue virus reappeared in the Greek islands 20 years later (1998). This time, however, was the beginning of the largest bluetongue outbreak ever seen (Baylis et al., 2017). The disease has affected numerous countries, including those not affected by previous outbreaks, and has lasted up to 4 years in some (Baylis, 2001; Mellor and Wittmann, 2002).

Since 1998, both domestic and wild game animals in Europe have affected some Bluetongue virus outbreaks and since 2006 have affected Belgium, the Netherlands, Germany, France and Luxembourg. It was then expanded in 2007 to the UK, Denmark, Switzerland and the Czech Republic (Perez et al., 2012). Bluetongue disease is the most common disease and it is an infectious arthropod-borne virus disease affecting ruminants, especially sheep. Bluetongue virus (BTV) is transmitted by vertebrate hosts by certain Culicoides species (Diptera: Ceratopogonidae). Bluetongue occurs mainly due to the distribution and seasonal presence of the Culicoides region. This disease, which was previously thought to be limited to the regions between 35 ° South and 40 ° North (Gómez Tejedor, 2004) latitudes, appeared suddenly in the latitudes north of 50 ° especially in Belgium, Germany and the Netherlands (Anonymous, 2006a, b, c). Since then it has spread to these countries and adjacent countries (Carpenter et al., 2009). The spread of Bluetongue disease to previously

unaffected European regions and north is related to the spread of C. imicola, the main Afro-Asian vector, with the airflow in the north (Baldet et al., 2004).

Cyanosis occurs in the oral lesions of the animals affected by blue tongue disease and the appearance of dark blue tongue is characteristic of the disease (Saltık and Kale, 2017). This disease, which was previously reported to occur in tropical and subtropical climatic zones of many continents such as Africa, Australia and Asia, has increased epidemiological importance due to the global warming and changing climatic conditions in the northern regions of the Americas and Europe (Elbers et al., 2008; Roy, 2008). Bluetongue Virus, which has been known to have 24 serotypes until recently, has been reported to have 27 serotypes with the addition of 3 new serotypes (Jenckel et al., 2015). In Turkey, especially the western Mediterranean, Aegean, and in the presence of the Southeast, region of Thrace-2,4,9 and 16 serotypes of BTV has been reported (Saegerman et al., 2008).

Such expansion of Bluetongue virus is probably linked to global warming, which will increase the range of competent vector Culicoides species (such as Culicoides imicola) and enable the Bluetongue virus to contain new species of midge such as potential vectors (such as Culicoides obsoletus)(Caracappa et al.,2003; Purse et al., 2005; Meiswinkel et al., 2007; Dijkstra et al., 2008; Wilson and Mellor, 2008; Carpenter et al., 2009; Zientara et al., 2009).C.imicola is considered to be the main vector of BT in the Mediterranean basin, with the exception of the Balkan region. However, in some areas where recent outbreaks have occurred, palearctic Culicoides species have been identified that do not contain C. imicola and are adapted to colder climatic conditions instead(Purse et al., 2007).Since its emergence in the Mediterranean Basin in 1998, Bluetongue disease has had a devastating impact on the sheep industry, resulting in the loss of more than 300,000 sheep by 2001. (Mellor and Wittmann, 2002).

After the devastating effects of this disease, research on Culicoides species gained momentum in Asia, Africa and European countries. In some countries, research has been started after the disease has been detected and studies have been carried out on the farms within the flight distance to this region based on the regions where the presence or potential of the Culicoides species are detected.In some countries, the disease has been detected, spreading research over a long period of time to determine the distribution of species and abundance. Similar traps and light sources were used in the researches. Some countries have collaborated with each other and have taken measures to prevent diseases caused by this species. For example; In 2006, nine European countries (Spain, France, Germany,

Austria, Switzerland, Denmark, Sweden, Norway and Poland) decided to share data on the species, collecting data for seven years between 2007 and 2013 and collecting the entomological structure of the species studies on the presence and abundance of different culture species (Cuellar et al., 2018).

The emergence of bluetongue disease in Europe is attributed to three developments. First, attacks by multiple serotypes of the virus; second, a wider distribution of C. imicola than previously known; and thirdly, the most obvious transmission of bluetongue virus in Northern Europe by the native Culicoides species, such as the obsoletus and pulicaris groups.

In Turkey, July and August 2014 in Kırklareli province of bluetongue disease has not been found, the disease was first seen in the nearby villages Bulgaria, once spread to other districts. In the central district and Lüleburgaz, Babaeski, Pınarhisar, Vize, Demirköy and Kofçaz districts, animal entry and exit was banned and quarantined. Approximately 335 thousand small cattle were vaccinated and approximately 500 small cattle perished (Haberler, 2019).

In recent years, studies on Culicoides species have been tried to evaluate and model the effect of climate on Bluetongue formation and distribution. In more recent studies, GIS has been applied as an accurate tool to classify regions as to their suitability for culicoides species.

Climate change is an important factor in the emergence and spread of infectious diseases (Kovats et al., 1999; Harvell et al., 2002; Haines and Patz, 2004; Patz et al., 2005; Parmesan, 2006; Gale et al., 2009) and therefore a major threat to human, animal and plant health. This belief is based on observations made with the assumption that many diseases are susceptible to the effects of the climate, so that such diseases will be affected as the climate changes.

CONCLUSION AND SUGGESTIONS

It is seen that faunistic studies can be carried out with GIS in a more qualified way, the results obtained are more easily analyzed, and the maps produced with the support of GIS have made significant contributions to this field.Although geographic information technologies have developed in recent years and become today's technology, it is seen that these technologies are not used sufficiently in zoological studies.Global warming and so on. It is predicted that ecological and phenological changes may occur in species along with changing natural phenomena, while the Earth continues to warm up, it is estimated that besides Bluetongue disease, other Culicoides-related diseases such as African horse disease and epizootic hemorrhagic disease may be caused by viruses and other

diseases.It is thought that it is necessary to make density maps in the studies carried out on these species, to have information about the spreading area of the species, to make maximum use of GIS technology in the analysis and evaluation of biodiversity and in faunistic studies.Conducting regional analyzes by identifying the impact areas of the faunistic species, identifying the causative factors, correlating them, and most importantly, making GIS-supported studies to increase the correct decision-making capacity in disease risk studies will make important contributions to the faunistic studies.

RESOURCES

1. Anonymous (2006a): Bluetongue in the Netherlands. OIE, Disease Information 34: 612. Derived from http://www.oie.int/eng/info/hebdo/AIS_03.HTML
2. Anonymous (2006b): Bluetongue in Belgium. OIE Disease, Information 34: 616. Derived from http://www.oie.int/eng/info/hebdo/AIS_02.HTML
3. Anonymous (2006c): Bluetongue in Germany. OIE Disease, Information 34: 618. Derived from http://www.oie.int/eng/info/ hebdo/AIS_04.HTML
4. Baldet ve ark. 2004, Entomological surveillance of bluetongue in France in 2002.
5. Baylis, M., Mellor P.S., Wittmann E.J., & Rogers D.J., 2001, Prediction of areas around the Mediterranean at risk of bluetongue by modelling the distribution of its vector using satellite imaging. Veterinary Record, 149, 639–643.
6. Baylis M., Caminade C., Turner J. & Jones A.E., The role of climate change in a developing threat: the case of bluetongue in Europe. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 2017, 36 (2), 467-478
7. Blackwell A., 2001 Recent advances on the ecology and behaviour of Culicoides spp.in Scotland and the prospects for control.
8. Boriani L., Burgio G., Marini M., Genghini M., Faunistic study on butterflies collected in Northern Italy rural landscape, Bulletin of Insectology 58 (1): 49-56, ISSN 1721-8861, 2005
9. Borkent A. The subgeneric classification of species of Culicoides-thoughts and a warning. Avaliable from: URL:http://wwx.inhs.illinois.edu/files/5014/6532/8290/CulicoidesSubgenera.pdf. 2016.
10. Cagienard A., Griot C., Mellor P.S., Dension E., Staerk K.D.C., 2006, Bluetongue vector species of Culicoides in Switzerland. Med A Vet Entom 20: 239–247.

11. Caracappa S., Torina A., Guercio A., Vitale F., Calabro A., Purpari G., Ferrantelli V., Vitale M., Mellor P.S., 2003, Identification of a novel bluetongue virus vector species of Culicoides in Sicily. Vet Rec 153:71–74.
12. Carpenter S., Wilson A., Mellor P.S., 2009, Culicoides and the emergence of bluetongue virus in northern Europe. Trends Microbiol 17:172–178.
13. Conte A., Giovannini A., Savini L., Goffredo M., Calistri P., Meiswinkel R., 2003, The Effect of Climate on the Presence of Culicoides imicola in Italy. J Vet Med B 50: 139–147.
14. Conte A., Goffredo M., Ippoliti C., Meiswinkel R., 2007 Influence of biotic and abiotic factors on the distribution and abundance of Culicoides imicola and the Obsoletus complex in Italy. Vet Parasitol 150: 333–344.
15. Cuellar ve ark., 2018, Monitoring bluetongue virus vectors in Andalusia (SW Europe): Culicoides species composition and factors affecting capture rates of the biting midge Culicoides imicola. Parasitol Res (2012) 111:1267–1275.
16. Dik B., Kuçlu Ö., Öztürk R., Culicoides Latreille, 1809 (Diptera: Ceratopogonidae) species in the Western Black Sea Region of Turkey, new records for the Turkish fauna. Turkish J of Vet Anim Sci, 2017; 41: 228-237.
17. Dijkstra E., van der Ven I.J.K., Meiswinkel R., Hölzel D.R., van Rijn P.A., Meiswinkel R., 2008, Culicoides chiopterus as a potential vector of bluetongue virus in Europe. Vet Rec 162:422
18. Ekiz A. N., Clytrinae (Coleoptera: Chrysomelidae) Altfamilyasının Türkiye'deki Coğrafi Dağılım Tiplerinin CBS Yazılımı Yardımıyla Belirlenmesi, Conference Paper · 2015
19. Elbers A.R.W., Backx A., Meroc E., ve ark., 2008, Field observations during the Bluetongue Serotype 8 epidemic in 2006 I. Detection of first outbreaks and clinical signs in sheep and cattle Belgium, France and Netherlands. Prev Vet Med. 15;87(1-2):3140.
20. Gale P., Drew T., Phipps L.P., David G. & Wooldridge M., 2009, The effect of climate change on the occurrence and prevalence of livestock diseases in Great Britain: a review. J. Appl. Microbiol., 106 (5), 1409–1423. doi:10.1111/j.13652672.2008.04036.x.
21. Gómez-Tejedor C., 2004, Global situation. Brief overview of the bluetongue situation in Mediterranean Europe 1998–2004. Vet Ital 40: 57–60.
22. Haines A. & Patz J.A., 2004, Health effects of climate change. JAMA, 291 (1), 99–103. doi:10.1001/jama.291.1.99.
23. Harvell C.D., Mitchell C.E., Ward J.R., Altizer S., Dobson A.P., Ostfeld R.S. & Samuel M.D., 2002, Ecology – climate warming and

disease risks for terrestrial and marine biota. Science, 296 (5576), 2158–2162. doi:10.1126/ science.1063699.

24. Hutcheon D., 1902.– Malarial catarrhal fever of sheep. Vet. Rec., 14, 629–633.
25. Jenckel M., Breard E., Schulz C., ve ark., 2015, Complete coding genome sequence of putative novel bluetongue virus serotype 27. Genome Announc. 12; 3(2): e00016-15.
26. Kovats R.S., Haines A., Stanwell-Smith R., Martens P., Menne B. & Bertollini R. (1999). – Climate change and human health in Europe. Br. Med. J., 318 (7199), 1682–1685. doi:10.1136/bmj.318.7199.1682.
27. Meiswinkel R., van Rijn P., Leijs P., Goffredo M., 2007, Potential new Culicoides vector of bluetongue in northern Europe. Vet Rec 161:564–565.
28. Mellor P.S. & Wittmann E.J., 2002, – Bluetongue virus in the Mediterranean Basin 1998-2001. Vet. J., 164, 20-37.
29. Mellor P., Baylis M. & Mertens P.P.C.,2009, Introduction. In Bluetongue (P. Mellor, M. Baylis & P.P.C. Mertens, eds). Academic Press, Amsterdam, 1–6. doi:10.4135/9781446280614.n2.
30. Navai S., Biting Midges of the genus Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) from Southwest Asia. University of Maryland, 1977.
31. Parmesan C., 2006, Ecological and evolutionary responses to recent climate change. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst., 37, 637– 669. doi:10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100.
32. Patz J.A., Campbell-Lendrum D., Holloway T. & Foley J.A., 2005, Impact of regional climate change on human health. Nature, 438 (7066), 310–317. doi:10.1038/nature04188.
33. Perez ve ark., 2012, Monitoring bluetongue virus vectors in Andalusia (SW Europe): Culicoides species composition and factors affecting capture rates of the biting midge Culicoides imicola.
34. Prodanović D.J. ve Prodanović G., The Use of GIS Methodology in Jumping Plant Lice (Hemiptera: Psylloidae) Studies in Serbia, Pestic. Phytomed. (Belgrade), 27(1), 2012, 49–57 UDC: 574.9:591.557.8:632.7 DOI: 10.2298/PIF1201049J
35. Purse B.V., Mellor P.S., Rogers D.J., Samuel A.R., Mertens P.P.C., Baylis M., 2005, Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe. Nat Rev Microbiol 3:171–181.
36. Purse B.V., McCormick B.J.J., Mellor P.S., Baylis M., Boorman J.P.T., Borras D., Burgu I., Capela R., Caracappa S., Collantes F., DeLiberato C., Delgado J.A., Denison E., Georgiev G., ElHarak M., De la Rocque S., Lhor Y., Lucientes J., Mangana O., Miranda M.A., Nedelchev N., Nomikou K., Ozkul A., Patakakis M., Pena I., Scaramozzino P., Torina A., Rogers D.J., 2007, Incriminating bluetongue virus vector with climate envelope models. J Appl Ecol 10: 1365–2664.

37. Racloz V., Venter G., Griot C., Staerk K.D.C., 2008, Estimating the temporal and spatial risk of bluetongue related to the incursion of infected vectors into Switzerland. BMC Vet Res 4: 42.
38. Roy P., 2008, Bluetongue Viruses. Desk Encyclopedia of Animal and Bacterial Virology, Ed., BWJ Mahy, MHV Van Regenmortel, 43-50, Academic Press, UK.
39. Saltık H. S., Kale M., 2017, Bluetongue Virus Hastalığı, MAKÜ Sag. Bil. Enst. Derg. 2017, 5(1): 32-44.
40. Salur A., Darılmaz M. C., Tombuş E., ArcGIS Programının Böcek Zoocoğrafyası Çalışmalarında Kullanımı, A. SALUR et al./ ISITES 2015 Valencia –Spain(2015).
41. Saegerman C., Berkvens D., Mellor P.S., 2008, Bluetongue epidemiology in the European Union. Emerg Infect Dis. 14(4): 539-44.
42. Wilson A., Mellor P., 2008, Bluetongue in Europe : vectors, epidemiology and climate change. Parasitol Res 103(suppl 1):S69–S77.
43. Zientara S., Lecollinet S., Breard E., Sailleau C., Boireau P., 2009, La fièvre du Nil Occidental et la fièvre catarrhale ovine, deux viroses en progression inattendue. Bull Acad Vét France 162:65–79.
44. URL1:https://cbsakademi.ibb.istanbul/cbs-yazilimlari-gelistirme-amaclari-ve-kullanim-alanlari/(05.11.2019)
45. URL2:https://www.dersimiz.com/terimler-sozlugu/fauna-nedir-ne-demek-1899 (01.11.2019)
46. URL3:https://www.haberler.com/kirklareli-ndeki-mavi-dil-hastaligi-karantinasi-6521311-haberi (28.07.2019).

CIVIL ENGINEERING
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

OPTIMIZATION OF DURABILITY CHARACTERISTICS OF WHITE CEMENT MORTARS

Ali Ugur Ozturk[1] & Gökhan Kaplan[2] & Dilan Çankal[1]

[1]*Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Manisa Celal Bayar University, 45140, Manisa, Turkey*

[2]*Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Kastamonu University, 37200, Kastamonu, Turkey*

Abstract: In civil engineering, binders are important materials because of the wide range of possibilities. The use of cement-based materials from these binders is very common and is subject to some aggressive attacks during their service life. The resistance of cement based materials named as durability properties have effects on the performance of these structural materials. Especially, harmful effects of these environmental aggressive media are effective on strength properties due to cracks and expansion. Therefore, many factors such as cement type and water/cement ratio, affect these resistance properties. In the scope of this study, durability characteristics of mortars incorporating with different types of cement have been analyzed to forecast the optimum cement type and water/cement ratio. Durability characteristics of cement mortars have been determined by performing some experimental works. High temperature, abrasion resistance, alkali-silica reaction and acid effects have been taken into account as durability parameters. Optimum w/c ratio and cement type are determined in optimization.

Keywords: w/c ratio, durability, cement type, white cement

1. Introduction

Cement based construction materials especially concrete is one of the most widely used construction materials in the world. (Naik and Moricon 2005). Therefore, cement based materials have the advantage on carrying loads. Almost, cement based construction materials are used in all structural members.

Durability problems are one of the main problems, which cement based materials met in their service life. Environmental aggressive media such as acid attack, alkali silica reaction (ASR), and abrasion may damage cement based structural members even by losing their sections. To eliminate these harmful effects and having the required strength values, studies have been done in cement and concrete production technology (Boyd and Skalny 2007).

Indeed, architectural aspects are not ignored in the view of using concrete and etc. For several decades, white cement and other types of cements have been used in buildings due to the aesthetics requirements. White cement being also Portland cement has the same production process. White cement has the same features except its color. Raw materials having

low amounts of elements responsible for color such as Fe, Co, Mn, Cr, Ni may be used in these type cements (Ertek and Oner 2008). Like other cement based construction materials, member cooperated with white cement are also under the risk of durability problems such as ASR, abrasion, acid attack, and high temperature.

Heterogeneous chemical reaction between ions and alkalis in the concrete named as ASR. ASR is a harmful reaction resulting in cracks on the surface of concrete (Swamy 2002; Fournier and Bérubé 2000; Drolet et al. 2017; Shi, Z. et al., 2018; Feiteira and Ribeiro 2013; Zheng 2016).

Ultimately, the acceptance of progressive destruction in situ (Rivard and Saint-Pierre 2009; Rivard et al., 2010) has focused on the reduction of ASR (Lindgård et al., 2012; Malvar et al., 2002). These include various petrographic techniques in order to detect reactive forms of silicate in 0.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

In this study, ordinary Portland cement and white cement are used as binders. Physical and chemical properties of cements are given in Table 1. Two different types of aggregates are used in the mixes. RILEM sand according to TS EN 196-1 is used in the samples prepared for acid resistance, high temperature and abrasion effect. Natural aggregates obtained from Ahmetli Province in Manisa are used in samples prepared for ASR tests. Physical properties of Ahmetli aggregates are given in Table 2. All amounts of materials used for preparation of mixes are given in Table 3.

Table 1. Physical and Chemical Properties of Cements

Chemical compounds	White Cement (%)	Portland Cement (%)
CaO	65,9	62,51
SiO_2	21,1	20,33
Al_2O_3	4,10	5,55
Fe_2O_3	0,20	3,10
SO_3	3,33	3,23
MgO	1,27	1,76
Na_2O	0,31	0,35
K_2O	0,34	0,89
Free CaO	1,63	0,96
CI	0,01	0,01
LOI	3,15	1,19
Insoluble Residue	0,15	0,30
Specific mass	3,05	3,15

Blaine (cm^2/g)	4700	3250
Initial setting time (min.)	110	120
Final setting time (min)	145	180

Table 2. Physical Properties of Aggregate

Sieve analysis		Specific mass
Sieve dimension	Passed (%)	2,66
3/8"	100	Water absorption
No:4	95,1	1,65
No:8	74,4	Fineness modulus
No:16	60,2	3,0
No:30	48,8	
No:50	22,7	
No:100	4,5	

Table 3. Amounts of mix materials (g)

Aggregate	Water	Cement	w/c
1350	315	450	0,70
1350	225	450	0,50

2.2. Methods

In ASR test, Accelerated Mortar Bar method (25x25x285 mm) according to ASTM C 1260 is used. Ahmetli river sand having high amount of alkali is used as aggregates. Therefore, mortar bars having 0.5 and 0.7 w/c ratios, are prepared with White and ordinary Portland cements. After waiting 24 hours, the samples are removed from the molds and placed in the water at 20° C. Mortar bars were placed in NaOH solution at 80 ° C on days 1, 3, 7 and 14 after 24 hours of water curing. Later, the determined expansions were determined with the help of the comparator.

5x5x5 cm size cube samples were used to investigate the high temperature effect. After 24 hours, mortar samples removed from molds were cured in water for 28 days. After 28 days of curing, the mortar samples were stored in a 300° C and 600° C oven for 3 hours. At the end of this process half of the samples were cooled in water and half of the samples were cooled in the air. Then all samples were examined under compressive strength test.

Cube samples were prepared in dimensions of 5x5x5 cm to determine the abrasion resistance. 7 and 28 days water cure was applied on the prepared mortar samples. After curing, abrasion resistance was determined by using the Bohme device. Before beginning the experiment, the dimensions and masss of the cube samples were measured. Cube samples

have been subjected to superficial abrasion on four sides. As a result of the experiment, the edges and masss of the cubes were measured again.

Sulfuric acid has been used to determine acid resistance. The mortar samples prepared in dimensions of 5x5x5 cm were cured for 28 days. After water cure, mortar specimens were examined in sulfuric acid solution consisting of 4 different concentrations (0,5%; 1.0%; 3%; and 7%). The compressive strengths of the mortar specimens immersed in sulfuric acid for 21 days were determined.

3. Results

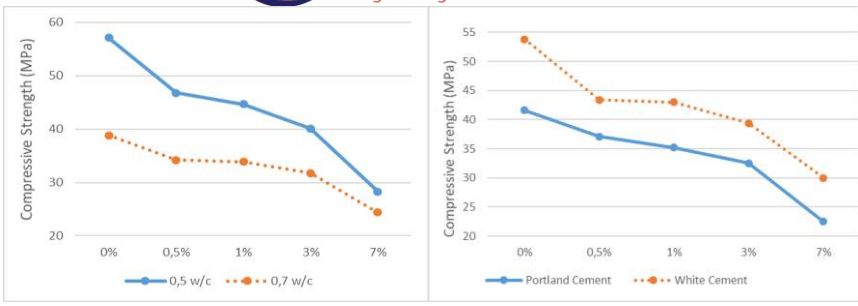
3.1. Acid Effect

Variations in the compressive strength as a result of cement mortars being stored at different acid concentrations are given in Figure 1. The effect of the w/c ratio on acid durability is given in Figure 1(a). As can be seen in Figure 1(a), as the acid concentration increases at different w/c ratios, the compressive strength decreases. At 0.70 w/c ratio, the compressive strength values are less.

The w/c ratio of 0.5 reduced the permeability of the mortars, so this situation reduced the loss of compressive strength. At the acid concentration of 0.5%, 1 and 3, little amount of compressive strength loss was observed in the mortar, while at the acid concentration of 7%, more loss of compressive strength occurred. Decreasing the w/c ratio for acid durability minimizes strength losses.

Figure 1(b) shows the compressive strength variation according to the acid concentration of mortars produced from different cements. As shown in Figure 1(b), there is more strength loss in Portland cement. In addition, the increase in acid concentration has been more effective in reducing the cement strength. The strength of Portland cement, especially at acid concentration of 7%, has fallen below 25 MPa.

In terms of acid resistance, although the white cement has higher compressive strength, the increase in acid concentration has reduced the compressive strength. The reason why white cement gives higher compressive strength than Portland cement is the difference between the cement strength classes. The fact that white cement has a strength class of 52,5 MPa leads to higher compressive strengths in terms of acid resistance. In terms of acid resistance, w/c ratio 0.50 and white cement are more suitable.



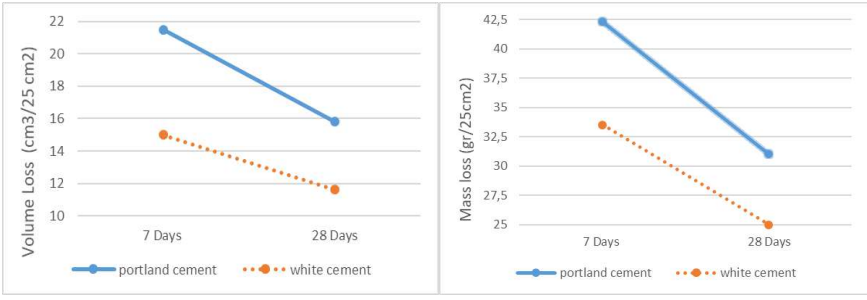
(a) (b)

Figure 1. The compressive strengths of cement mortars at different acid concentrations

3.2. Abrasion Resistance

The volume and mass changes of the mortars produced from different cements after abrasion are given in Figure 2. As seen in Figure 2, the increase in cure time has reduced the physical damage of the abrasion.

Figure 2(a) shows the effect of volumetric change as a result of exposure of different cement mortars to abrasion. The white cement with a strength class of 52,5 MPa has less volumetric change in the abrasion result. In the Portland cement with a strength class of 42,5, more abrasion occurs.



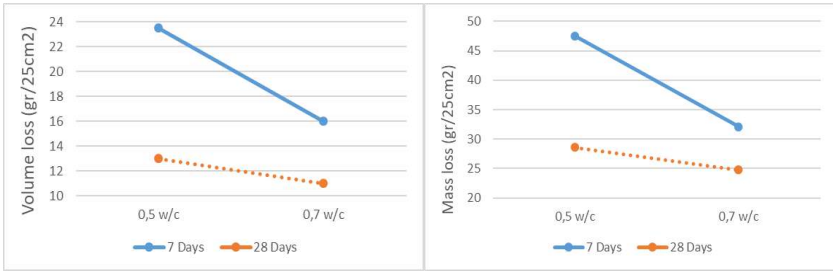
(a) (b)

Figure 2. Volumetric and mass changes of different cement mortars affected by abrasion

Figure 2(b) shows the mass changes occurring in the mortar as a result of abrasion. As in volumetric change, less mass loss occurs in mortars produced with white cement. In addition, the increase in curing time reduces the volumetric and mass change in the cement mortars. It has been determined that cement resistance class is effective on abrasion.

Figure 3 shows the abrasion resistance of mortars produced at different w/c ratios. In Figure 3(a), the effects of w/c ratio on the volumetric change after abrasion is given. The increase in w/c ratio increases the volumetric abrasion. However, this negativity decreases with the increase of cure time. The increase in the w/c ratio increases the porosity within the mortar, which in turn increases the value of abrasion by volume.

Figure 3(b) shows the changes in mass as a result of abrasion of mortars produced from different w/c ratios. As in volumetric change, the increase in w/c ratio leads to more mass loss as a result of abrasion in mortar.



(a) (b)

Figure 3. Volumetric and mass changes of mortars with different w/c ratios under abrasion

It is more appropriate that the w/c ratio is 0.50 and white cement are in terms of abrasion resistance. In addition, in Figure 4, there is a strong correlation between volumetric and mass changes of the abrasion affected mortars. The R^2 value between the volumetric change and the mass loss occurring in the interior of the mortars was determined to be about 0.94.

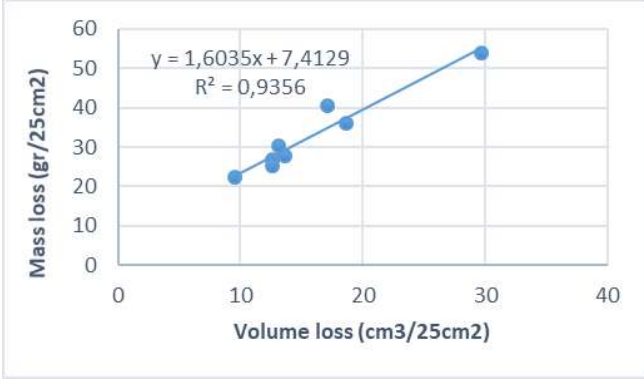
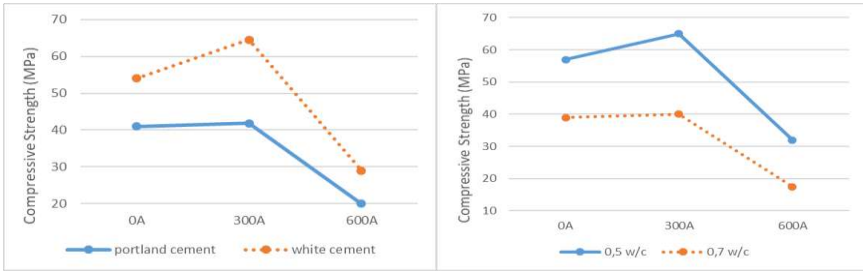


Figure 4. The relationship between volumetric changes and mass loss under abrasion

3.3. High Temperature Effect

The compressive strengths of mortars exposed to 300° C and 600° C temperature and then cooled in air are given in Figure 5. Figure 5(a) shows

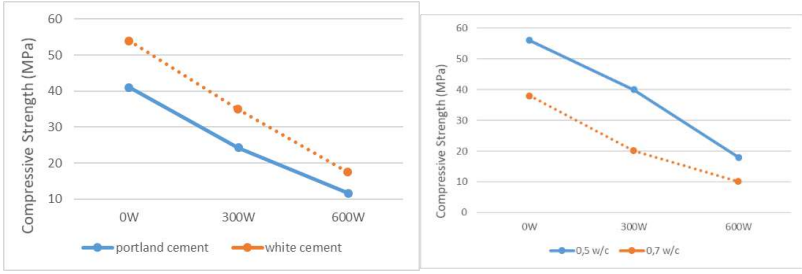
the effect of cement type on air-cooled mortars. Strength values of air-cooled mortars increased at 300° C temperature. The increase in strength was observed mostly in mortars produced with white cement. If the temperature is 600° C, there is loss of strength in cement mortars. Figure 5(b) gives the compressive strengths obtained by cooling the mortars produced at different w/c ratios in air. The increase in w/c ratio reduces the compressive strength under high temperature effect.



(a) (b)

Figure 5. Compressive strength values of air-cooled mortars under high temperature effect

The compressive strengths of mortars subjected to 300 and 600°C temperature and then cooled in water are given in Figure 6. Figure 6(a) shows the effect of the cement type on water-cooled mortars. Cooling in water has adversely affected the compressive strength of mortars. However, as air cooling, the compressive strengths of the mortars produced from white cement are higher. The effect of the change in w/c ratio on the strength of water-cooled mortars is presented in Figure 6(b). As in air cooling, the w/c ratio of 0.70 reduces compressive strength values of water-cooled mortars. Cooling in water leads to loss of strength especially in mortars exposed to 600 ° C temperature.



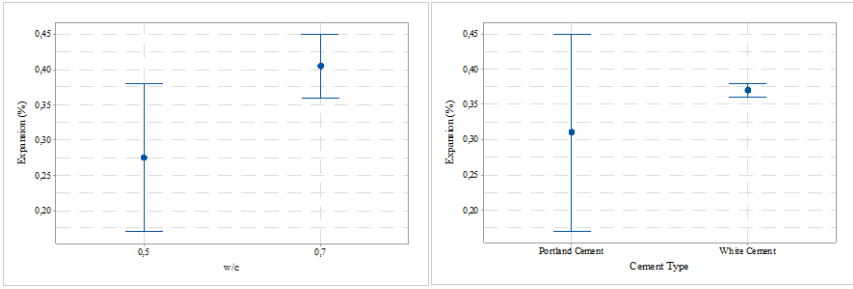
(a) (b)

Figure 6. Compressive strength of water-cooled mortars exposed to high temperature

As in acid and abrasion resistance, the w/c ratio 0.50 and white cement type reduce the strength losses in high temperature effect.

3.4. Alkali Silicate Reaction (ASR)

Figure 7 shows the ASR properties of mortars produced with different w/c ratios and cements. The expansion values used for the ASR test were determined on the 14th day.



(a) (b)

Figure 7. ASR properties of cement mortars

The effect of w/c ratio on ASR is given in Figure 7(a). The increase in w/c ratio increases the ASR expansions. The reason for this phenomenon is explained by the fact that the strength is reduced by high w/c ratios, so the mortar cannot resist expansion. Also, high w/c ratios increase the permeability of the mortars, the ASR potential increases with the moisture input.

Figure 7(b) shows the effect of cement type on ASR. As shown in Figure 7(b), more expansion values were obtained in mortars produced from white cement. This is explained by the more alkaline content of white cement. According to the expansion values, cement mortars exceeded 0.10 value and took place in the dangerous class in terms of ASR.

3.5. Optimization

Optimization is performed based on the variables and objective functions given in Table 4. Optimum w/c ratio and cement type were determined in optimization. For this purpose, some parameters are maximized and some parameters are minimized. The mechanical properties of the mortars have been maximized and included in the optimization, since high values of strength is required after acid attack and high temperature effects.

Since the volume and mass losses caused by the abrasion must be low, these parameters are minimized in the optimization. In addition, since the expansions occurred by ASR damage are supposed to be low, minimization are put into account for these values. The optimum w/c ratio and cement type are selected according to maximization and minimization rules listed in Table 4.

Table 4. Variables and objective functions in experimental studies

Variable	Initial	Objective function
Compressive strength at 28 days	A_0	Maximize
Compressive strength for 0.5% acid solution	$A_{0.5}$	Maximize
Compressive strength for 1% acid solution	A_1	Maximize
Compressive strength for 3% acid solution	A_3	Maximize
Compressive strength for 7% acid solution	A_7	Maximize
Volume change for abrasion effect (7 days)	E_1	Minimize
Volume change for abrasion effect (28 days)	E_2	Minimize
Mass loss for abrasion effect (7 days)	E_3	Minimize
Mass loss for abrasion effect (28 days)	E_4	Minimize
Comp. Strength at 300 ^oC (air cooling)	H_{a300}	Maximize
Comp. Strength at 600 ^oC (air cooling)	H_{a600}	Maximize
Comp. Strength at 300 ^oC (water cooling)	H_{w300}	Maximize
Comp. Strength at 600 ^oC (water cooling)	H_{w600}	Maximize
Alkali silicate reaction	S	Minimize

The w/c ratio 0.5 and the white cement type were determined as a result of the optimization according to the objective functions (Table 5).

Table 5. Comparison between optimum mix and reference mix

Variable	Unit	Opt. mix	Ref. mix	Difference (%)
A_0	MPa	60.4	52.2	13.6
$A_{0.5}$	MPa	48.6	44.6	8.3
A_1	MPa	46.6	42.0	9.9
A_3	MPa	43.1	37.4	13.2
A_7	MPa	32.6	24.6	24.5
E_1	$cm^3/50cm^2$	12.60	13.11	4.0
E_2	$cm^3/50cm^2$	9.58	12.64	31.9
E_3	$gr/50cm^2$	26.67	30.31	13.6
E_4	$gr/50cm^2$	22.33	25.25	13.1

H_{a300}	MPa	75.9	54.3	28.5
H_{a600}	MPa	35.7	27.6	22.7
H_{w300}	MPa	46.0	33.3	27.6
H_{w600}	MPa	20.9	14.2	32.1
S	(%)	0.38	0.17	***-55.3***
Optimum mix		w/c: 0.5 – White cement		
Reference mix		w/c: 0.5 – Portland cement		

It is seen that the white cement shown in Table 5 is superior to Portland cement. White cement is only behind Portland cement in terms of ASR properties. This property of white cement can be solved by mineral admixtures or ASR inhibitors.

4. Conclusion and Recommendations

Mortars incorporating with Portland and White cements are examined under different durability tests to obtain their durability characteristics. Therefore, optimization analysis is performed to determine the suitable w/c ratio and cement type, which are effective on strength and durability properties.

White cement and 0,5 w/c ratio are the most suitable mix parameters for acid resistance. It is more appropriate to use white cement with 0,5 w/c ratio in volume and mass loss caused by abrasion effect. It is seen that cement class is important in the effect of acid and abrasion resistance.

The fact that the white cement belongs to the class of compressive strength of 52,5 makes a positive contribution to the durability properties. High temperature effects causes more damage to mortars cooled in water than mortars cool in air. As a result of the optimization, it was determined that the use of white cement with 0,5 w/c was suitable choice in the view of durability characteristics.

REFERENCES

1. Naik, T. R., & Moriconi, G. (2005, October). Environmental-friendly durable concrete made with recycled materials for sustainable concrete construction. In International Symposium on Sustainable Development of Cement, Concrete and Concrete Structures, Toronto, Ontario, October, 5-7.
2. Boyd A.J., Skalny J. (2007). Environmental deterioration of concrete, Chapter 5. WIT Transactions on State of the Art in Science and Engineering, 28, 151-155.
3. Ertek, N., & Öner, F. (2008). Mineralogy, geochemistry of altered tuff from Cappadocia (Central Anatolia) and its use as potential raw

material for the manufacturing of white cement. *Applied Clay Science*, *42*(1-2), 300-309.
4. Swamy, R. N. (Ed.). (2002). *The alkali-silica reaction in concrete*. CRC Press.
5. Fournier, B., & Bérubé, M. A. (2000). Alkali-aggregate reaction in concrete: a review of basic concepts and engineering implications. *Canadian Journal of Civil Engineering*, *27*(2), 167-191.
6. Drolet, C., Duchesne, J., & Fournier, B. (2017). Effect of alkali release by aggregates on alkali-silica reaction. *Construction and Building Materials*, *157*, 263-276.
7. Shi, Z., Shi, C., Zhang, J., Wan, S., Zhang, Z., & Ou, Z. (2018). Alkali-silica reaction in waterglass-activated slag mortars incorporating fly ash and metakaolin. *Cement and Concrete Research*, *108*, 10-19.
8. Feiteira, J., & Ribeiro, M. S. (2013). Polymer action on alkali–silica reaction in cement mortar. *Cement and Concrete Research*, *44*, 97-105.
9. Zheng, K. (2016). Pozzolanic reaction of glass powder and its role in controlling alkali–silica reaction. *Cement and Concrete Composites*, *67*, 30-38.
10. Rivard, P., & Saint-Pierre, F. (2009). Assessing alkali-silica reaction damage to concrete with non-destructive methods: From the lab to the field. *Construction and Building Materials*, *23*(2), 902-909.
11. Rivard, P., Ballivy, G., Gravel, C., & Saint-Pierre, F. (2010). Monitoring of an hydraulic structure affected by ASR: A case study. *Cement and concrete research*, *40*(4), 676-680.
12. Lindgård, J., Andiç-Çakır, Ö., Fernandes, I., Rønning, T. F., & Thomas, M. D. (2012). Alkali–silica reactions (ASR): Literature review on parameters influencing laboratory performance testing. *Cement and concrete research*, *42*(2), 223-243.
13. Malvar, L. J., Cline, G. D., Burke, D. F., Rollings, R., Sherman, T. W., & Greene, J.L.(2002). Alkali-silica reaction mitigation: state of the art and recommendations. *Materials Journal*, *99*(5), 480-489.
14. Thomas, M., Fournier, B., Folliard, K., Ideker, J., & Shehata, M. (2006). Test methods for evaluating preventive measures for controlling expansion due to alkali–silica reaction in concrete. *Cement and Concrete Research*, *36*(10), 1842-1856.
15. Chatterji, S. (2005). Chemistry of alkali–silica reaction and testing of aggregates. *Cement and Concrete Composites*, *27*(7-8), 788-795.
16. ASTM, C. (2007). Standard test method for potential alkali reactivity of aggregates (mortar-bar method).
17. Phan, L. T., & Carino, N. J. (2000). Fire performance of high strength concrete: research needs. In *Advanced Technology in Structural Engineering*, 1-8.

18. Huang, Z., Padmaja, K., Li, S., & Liew, J. R. (2018). Mechanical properties and microstructure of ultra-lightmass cement composites with fly ash cenospheres after exposure to high temperatures. *Construction and Building Materials*, *164*, 760-774.
19. Maanser, A., Benouis, A., & Ferhoune, N. (2018). Effect of high temperature on strength and mass loss of admixtured concretes. *Construction and Building Materials*, *166*, 916-921.
20. Krakowiak, K. J., Thomas, J. J., James, S., Abuhaikal, M., & Ulm, F. J. (2018). Development of silica-enriched cement-based materials with improved aging resistance for application in high-temperature environments. *Cement and Concrete Research*, *105*, 91-110.
21. Balcikanli, M., Turker, H. T., Ozbay, E., Karahan, O., & Atis, C. D. (2017). Identifying the bond and abrasion behavior of alkali activated concretes by central composite design method. *Construction and Building Materials*, *132*, 196-209.
22. Parrott, L. J. (1992). *Carbonation, moisture and empty pores. Advances in Cement Research, 4(15), 111–118.*
23. Nematzadeh, M., Dashti, J., & Ganjavi, B. (2018). Optimizing compressive behavior of concrete containing fine recycled refractory brick aggregate together with calcium aluminate cement and polyvinyl alcohol fibers exposed to acidic environment. *Construction and Building Materials*, *164*, 837-849.
24. Imanzadeh, S., Hibouche, A., Jarno, A., & Taibi, S. (2018). Formulating and optimizing the compressive strength of a raw earth concrete by mixture design. *Construction and building Materials*, *163*, 149-159.
25. Mohammed, S., & Safiullah, O. (2018). Optimization of the SO3 content of an Algerian Portland cement: Study on the effect of various amounts of gypsum on cement properties. *Construction and Building Materials*, *164*, 362-370.24.
26. Wang, X. Y. (2018). Analysis of hydration and strength optimization of cement-fly ash-limestone ternary blended concrete. *Construction and Building Materials*, *166*, 130-140.
27. Jafari, K., Tabatabaeian, M., Joshaghani, A., & Ozbakkaloglu, T. (2018). Optimizing the mixture design of polymer concrete: An experimental investigation. *Construction and Building Materials*, *167*, 185-196.
28. Lacasse, M. A. (2008, November). Advances in service life prediction—an overview of durability and methods of service life prediction for non-structural building components. In *Proceedings of the annual Australasian Corrosion Association conference, Wellington Convention Centre, Wellington, NZ*, 1-13.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

DURABILITY PROPERTIES OF CEMENT MORTAR COOPERATING WITH BASALT FIBERS

Dilan Çankal[1] & Ali Ugur Ozturk[1]

[1]Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Manisa Celal Bayar University, 45140, Manisa, Turkey

Abstract: Concrete is the most widely used building material in the construction sector. But the concrete's ability to withstand environmental conditions for many years; production quality, strength and durability. It has been shown that some factors, which have been experienced for many years and which are also proven by experiments, affect the concrete durability negatively. Examples include sulphate and brine effects, high temperatures, alkali-aggregate reactions, abrasion, freezing and thawing. The most effective way to protect concrete from these negative effects is to use additives. The easiest way to do this is to use additives.

The use of fibers in combination with chemical additives is an effective method to increase the strength and abrasion resistance of concrete. For this purpose, reference samples were produced. In addition to 0.3% basalt fiber, 0.4% basalt fiber and 0.5% basalt fiber, 2.4 l / m³ super plasticizer was added to each sample. Each sample of 7 and 28 days was subjected to freezing and thawing tests followed by compression strength test. Basalt fiber with 0.3% basalt fiber and super plasticizer doped sample increased by 4% compared to the reference sample, 0.4% basalt fiber and super plasticizer doped sample increased by 9% compared to the reference sample but 0.5% basalt fiber and ıt was observed that the compressive strength of the sample with superplasticizer added increased by 1% compared to the witness sample and the compressive strength decreased by 0.3% and 0.4% basalt fiber. Bohme abrasion test was applied to the other samples prepared with the same contribution rates. As a result of this experiment, the effect of the fibers on the abrasion amounts with the increase in the use of basalt fiber showed similar results with the effect on the compressive strength.

Keywords: Basalt fiber, chemical additives, abrasion resistance, compressive strength

1. Introduction

The use of cement based materials in structural elements is quite common. These materials are exposed to many aggressive environments during their service life. Durability is the ability of the structure to withstand abrasive effects such as weather conditions, chemical agents and wear during the use of the structure. Therefore, it is important to investigate the durability properties of cement based materials (Küçük 2011).

Until the mid-1970s, there was a belief that reinforced concrete structures were a very durable and long-term type. The reason for this belief increased concrete strength, and once the concrete steel concrete cover layer that was to be considered protected against corrosion by. However, since the last 20-30 years, there is not enough knowledge about the durability of reinforced concrete structures. It has been determined that the various art structures produced only by considering the durability have suffered significant damages due to lack of information and application errors (Silver and Cho, 2012).

Cement based materials such as concrete are brittle materials with very low tensile strength. Fatigue strength, tensile strength, shear strength, cavitation and abrasion resistance, deformation capacity, post-cracking load bearing strength and poor performance in terms of toughness are typical of traditional concrete. In cases where these weak properties of concrete are evident, the addition of fibers produced from different materials with high technical properties has led to an increase in interest in cement based materials such as concrete and concrete. Thus, the use of various fibers in concrete has begun. Because of improving of properties, the importance of fibrous concrete in the field of civil engineering is rapidly increasing and important steps are being taken to improve the properties of composite materials (Yardımcı 2007).

In the production of fibrous concrete from past to present, steel and polymer fibers have been widely used. However, in recent years, there has been an increase in the number of studies on natural fibers which are thought to be an alternative to these fibers. There is also an increase in the number of studies on basalt fibers, a natural fiber type. Hence, the use of basalt fibers in the construction sector is becoming increasingly common (Kabay 2014).

Many studies have been conducted on the effect of steel and polymer fibers on the durability properties of concrete. In one study, the effect of steel and polypropylene fiber reinforced concrete on abrasion resistance was investigated. The results of the research indicated that the highest abrasion resistance was observed in steel fiber concrete followed by polypropylene fiber concrete and lastly in without fiber control concrete (Ramikuvar et al., 2015; Can et al., 2009).

Polypropylene and steel fiber reinforced concrete, modulus of elasticity, bending strength, toughness and impact strength, such as mechanical properties of a study examined, it is stated that the fibers produce positive results when used in appropriate proportions. The specific gravity of steel fiber reinforced concrete was found to be higher than that of conventional concrete, while polypropylene fiber reinforced concrete

was lighter. It has been observed that the strength decreases as a result of the use of polypropylene fiber more than a certain ratio and the fibers prevent homogeneous distribution in the concrete. It was concluded that steel fibers provide many benefits in bending, increase toughness and increase impact resistance (Yıldırım 2002).

The use of basalt fiber materials in concrete production and the effects of this usage on the performance of concrete were evaluated, it was stated that the flexular strengths of basalt fiber reinforced concrete with mineral origin were higher than concrete without fiber reinforced concrete. It has also been observed that the use of basalt fiber increases the ductility and energy absorption capacity of concrete. It is stated that due to the fact that the basalt mine has an important reserve and the superior properties it provides to the concrete in our country, it should be given particular importance to the studies in this field and investment planning should be made (Araz et al., 2018).

The improvement in the quality and durability of the concrete is mainly achieved by the addition of the main materials that form the concrete, such as cement, aggregate, water and mineral admixtures, as well as the chemical additives added. Recently, in particular the use of chemical additives plasticizer in ready-mix industry has increased considerably. At the beginning of the 90s, while the rate of chemical additive use in the ready-mixed concrete sector did not reach 20%, the use of additives in ready-mixed concrete has become widespread (ACI, 2015; Ramachandran and Malhotra 1984).

While the use of various fibers in concrete has many positive properties, there are also some negative properties it provides to concrete. The use of fibers results in significant reductions in workability in fresh concrete. The use of chemical additives in addition to improving mechanical properties is a good alternative for improving workability in fibrous concrete (Aral 2006).

In this study, 24 samples of cement mortar were poured. 6 reference samples, 6 samples with 0.3% basalt fiber, 6 samples with 0.4% basalt fiber, 6 samples with 0.5% basalt fiber content were poured. The samples were subjected to compressive strength after freezing&thawing, flexural strength test and horizontal abrasion tests to observe increases and decreases in strength.

2. Material and Method

2.1. Material

In the scope of the study, the basalt fiber was replaced by 0.3%, 0.4%, 0.5% by volume, and the cement mortars using aggregate having a grain distribution between 0-8 mm and a constant rate super plasticizer were prepared. The freeze&thawing and abrasion tests were performed on the cement mortars. Usage of basalt fiber with chemical admixture on the durability properties was investigated.

Aggregates obtained from the quarries in Manisa were used in the mixtures. Aggregate granulometry was kept constant in cement mortar mixes. Sieve analysis test was carried out according to ASTM C 136 in order to determine grain size distribution (granulometric combination), grain grades and fineness modulus of natural or artificial aggregates to be used in cement mortar production (ASTM, C. 2002). The distribution of aggregates used is given in Figure 1.

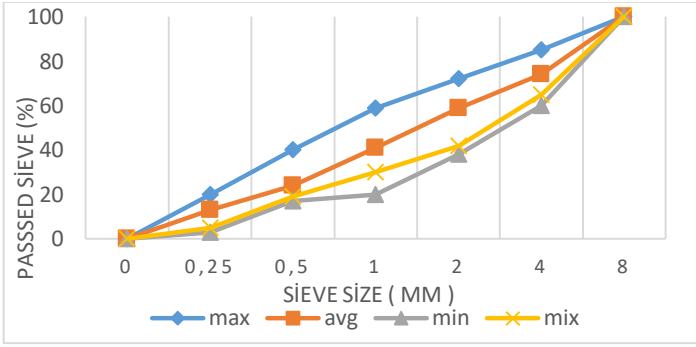


Figure 1. Granulometry curve of aggregates used in test samples

Cem I 42,5 R type cement was used in the preparation of cement mortar. Physical and mechanical properties of this cement are given in Table 1. Chemical properties are given in Table 2.

Table 1. Physical and mechanical properties of Portland cement

Blaine Fineness (cm^2/g)	Specific Weight (g/cm^3)	Flexural Strength (MPa)	Setting Time (Min.)	Compressive Strength (MPa)
2919	3.12	7.88	186	55.8

Table 2. Chemical properties of Portland cement

Cement Components	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	SO_3
(%)	19,17	5,32	3,78	63,13	2,31	0,43	2,81

Basalt fiber used in cement mortar is shown in Figure 2. Information on the chemical, physical and mechanical properties of the basalt fiber used is given in Table 3 and Table 4.



Figure 2. Basalt fiber used in test samples

Table 3. Chemical composition of basalt fibers

Component	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Na_2O +K_2O	TiO_2	Fe_2O_3
%	49-54	12-17	7-10	5-11	3-5	< 3	10-14

Table 4. Physical and mechanical properties of basalt fiber

Used Fiber	Length (mm)	Diameter (mm)	Tensile Strength (MPa)	Elasticity Modulus (GPa)	Unit Volume Weight (kg/m^3)
Basalt	24	0,015	4840	89	2800

Super plasticizer is used as a chemical admixture in cement mortar production. Physical and chemical properties of super plasticizer chemical material used in the production of the samples are given in Table 5.

Table 5. Physical and chemical properties of super plasticizer

	Specific Weight (g/cm³)	**Solid Content (%)**	**Alkaline Content (%)**
Super Plasticizer	1,07	23	3,04

The mixture ratios for 1m³ of the produced samples is given in Table 6. The super plasticizer and basalt fiber were used as additives in cement mortars.

Table 6. The amount of material for concrete production 1m³

Used materials	**Reference**	**0,3%**	**0,4%**	**0,5%**
Aggregate (kg/m³)	1706	1698,8	1696,4	1694
Cement (kg/m³)	450	450	450	450
Water (L/m³)	225	225	225	225
Basalt Fiber (kg/m³)	-	7,2	9,6	12
Super Plasticizer (L/m³)	2,4	2,4	2,4	2,4

2.2. Method

The materials to be used according to the values in the mixture calculation were weighed and turned into mortar in cement mixer. Some cement mortar samples are shown in Figure 3.



Figure 3. Used molds and mortar samples placed in molds

2.2.1. Flexural Strength

Samples with dimensions of Ø 160 x 40 x 40 mm were produced to determine the flexural strength of each mixture. Daily strengths of 7, 28 were measured for strength increases of the samples over time. Concrete samples extracted from the mold were kept in the curing pool. Hardened samples were broken at the end of 7th and 28th days.

2.2.2. Freeze&Thawing Resistance

Damage occurs due to the freezing and thawing effects in concrete. Changes in air temperature in concrete materials exposed to external factors. The reason for these damages is the porous structure of the concrete and the volume of the water contained in this cavity is increased and the hardened concrete cannot resist this volume change and crack (Etman and Ahmed 2018). In order to prevent these damages, it is a good solution to use additives into concrete materials during production.

In this context, samples of 5x5x5 cm size 7 and 28 days old were subjected to freeze&thawing test. The test specimens were placed in the air-conditioning cabinet shown in Figure 4 for freezing at -25 ° C and thawing at + 25 ° C. The samples were then subjected to the compressive strength test after the 50th freeze&thawinging cycle.



Figure 4. Air conditioning cabinet and pressure test

2.2.3. Bohme Abrasion Test

Abrasion loss is the reduction caused by friction with the surface of concrete corrosive agent. Abrasion is both a physical and chemical condition. The forces coming from impact or friction cause abrasion of concrete surfaces (Kryžanowski et al., 2009). For this reason, the materials used in places such as stair steps, slabs and concrete roads that we use in our current life should have high resistance against abrasion. Bohme abrasion test is used to measure the abrasion resistance of these materials.

Bohme abrasion test was carried out in accordance with TS EN 14157 standard by using Bohme abrasive device shown in Figure 5 for cube samples prepared in dimensions of 5x5x5 cm (EN, T., 2017).



Figure 5. Bohme abrasive device

3. Results

When the flexural test results of the samples were examined, it was observed that all samples added to basalt fiber gave better results at the end of both 7th and 28th days compared to the reference sample. 0,5% basalt fiber added cement mortar sample gave the best results both 7th and 28th days compared to the reference and other basalt fiber added samples. The flexural strength values obtained at the end of 7th and 28th days are given as a column chart together in Figure 6.

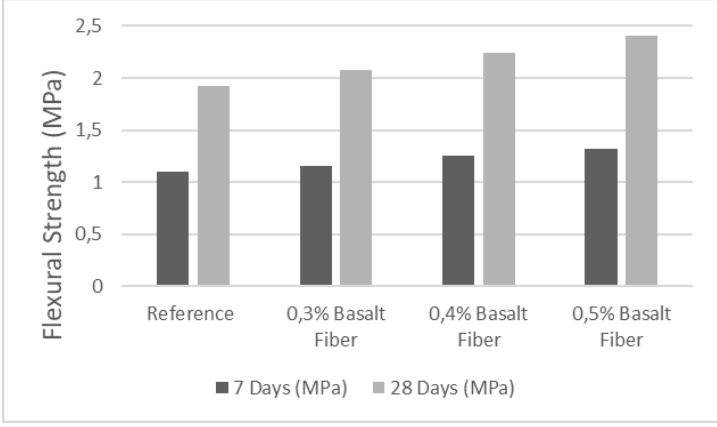


Figure 6. Flexural strength values of 7th and 28th days

The compressive strength values with 0,3% basalt fiber added samples increased by 12,37% at 7th days and by 12,89% at 28th days when

compared to the reference sample. The compressive strength values with 0,4% basalt fiber added samples also increased by 3,6% at 7th days and by 4,18% at 28th days when compared to the reference sample. However, compressive strength values with 0,4% basalt fiber added samples decreased by 3,6% at 7th days and by 5,57% at 28th days when compared to the reference sample. The compressive strength values obtained at the end of 7th and 28th days are given as a column chart together in Figure 7.

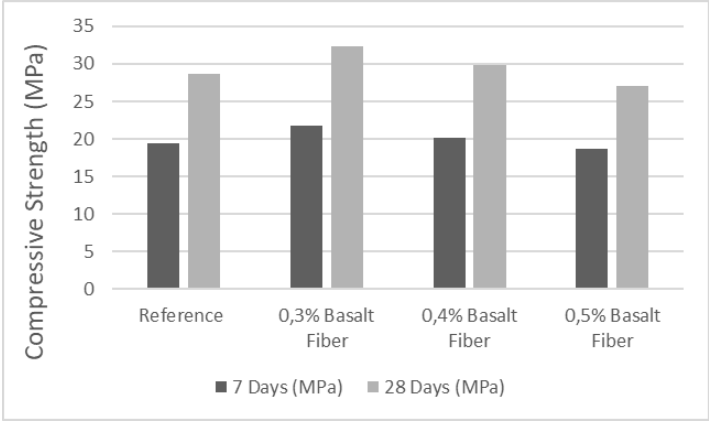


Figure 7. Compressive strength values of 7th and 28th days

The samples were subjected to 50th freeze thawing cycles after 7th and 28th days in the water, followed by compressive strength test. In the compressive strength test of 7th days samples; the reference sample showed a compressive strength of 16,4 MPa, while the 0,3, 0,4 and 0,5% basalt fiber added mortar samples (BLKH) showed compressive strength of 17,1, 17,9 and 16,7 MPa, respectively. In the compressive strength test of 28th days samples; the reference sample showed compressive strength of 25,6 MPa, while 0,3, 0,4 and 0,5 BLKH showed compressive strength of 27,5, 28 and 26,2 MPa, respectively.

The compressive strength values were compared with the reference specimen, the compressive strength values were increased in all the samples with 0,3, 0,4 and 0,5 basalt fiber added. However, it was observed that 0,5% BLKH increased less than 0,3% and 0,4 BLKH compressive strength. The compressive strength values, strength values obtained at the end of the 7th and 28th days are given as a column chart together in Figure 8.

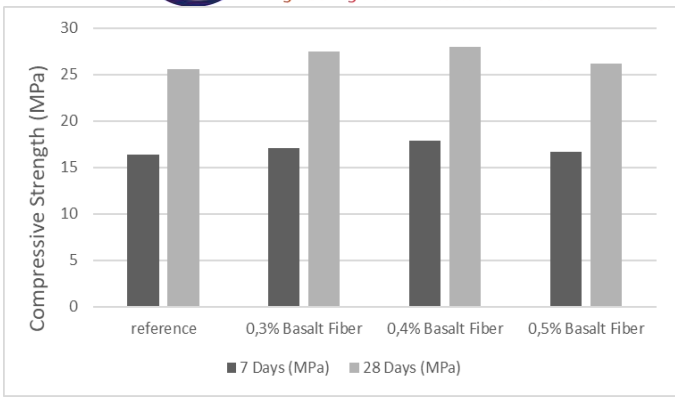


Figure 8. Compressive strength values of 7th and 28th days

Considering the results in Bohme abrasion test of the samples, the abrasion values of 0,3, 0,4 and 0,5% basalt fiber added cement samples are compared with the reference sample, it was observed that the abrasion amounts decrease. However, it was observed that 0,5% BLKH decreased by 0,3% and 0,4% BLKH decreased compared to the decrease in abrasion amount.

At the end of 7th days, it was observed that volume loss value of the reference sample was 8.2 (cm3 / 25cm2), while volume loss values of 0.3, 0,4 and 0,5% BLKH was 7,4, 7,1 and 7,9, respectively. At the end of 7th days, it was observed that volume loss values of the reference sample was 5,9 (cm3 / 25cm2), while volume loss of 0,3, 0,4 and 0,5% BLKH was 5,2, 4,4 and 5,6, respectively. Volume loss values of 7th and 28th days are given as a column chart in Figure 9.

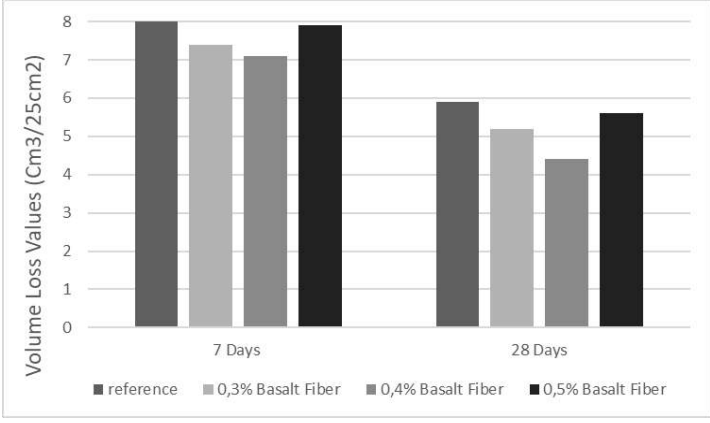


Figure 9. Volume loss values of 7th and 28th days

Assuming that the volume losses of the reference sample is 100, the percentages of volume losses at the end of 7th days of 0,3, 0,4 and 0,5% BLKH was observed 90,24%, 86,5 and 96,34%, respectively. The percentages of volume losses at the end of 28th days of 0,3, 0,4 and 0,5% BLKH was observed 88,1, 74,5 and 94,11%, respectively. The percentages of volume losses at the end of 7th and 28th days are given as a column chart in Figure 9.

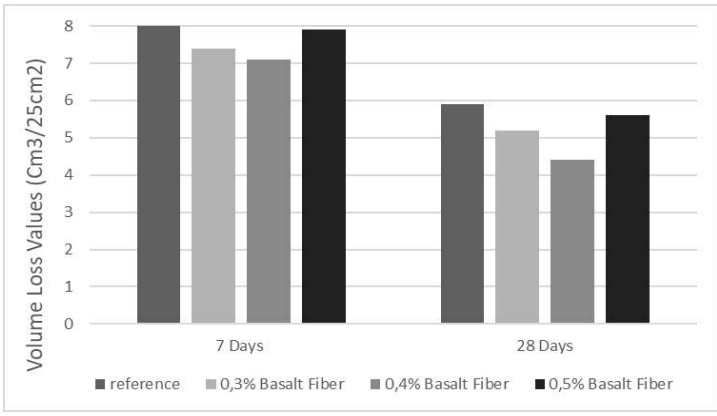


Figure 9. Percentage of volume losses of 7th and 28th days

It was observed that the percentage of weight losses of the samples at 7 and 28 days were proportional to the volume losses. The percentage of weight losses of all basalt fiber added samples compared to the reference sample, 0,5% BLKH has the highest percentage of weight losses. The percentages of weight losses at the end of 7th and 28th days are given as a column chart in Figure 10.

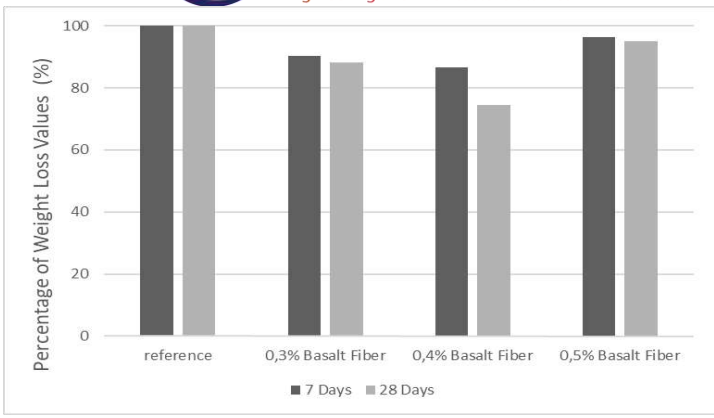


Figure 10. Percentage of weight losses of 7th and 28th days

4. Conclusion and Recommendation

Acording to the experimental results, the use of basalt fiber with super-plasticizer added cement mortars has positive results. It has been found that flexure strength, abrasion resistance and compressive strength after freezing-thawing give the best results if 0,4% basalt fiber additive is used. 0,5% basalt fiber ratio decreased by 0,3% and 0,4% compressive strength and abrasion resistance. This decrease was due to the increase in the amount of basalt fiber. Uniform fiber distribution created degradation begins to agglomerate and create defective regions within this slurry. In order to eliminate this defect at higher basalt fiber ratios, studies can be conducted to examine the effects on different durability properties by using chemical additives of different types and ratios.

REFERENCES

1. Küçük, B. (2011). Factors providing the strenght and durability of concrete. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences,* 6(1), 79-85.

2. Silver, E., & Cho, A. (2012). Movie Star Bridge's Days Numbered. ENR.com Engineering News-Record, (03.12).

3. Yardımcı, M. Y. (2007). Investigation of rheological, mechanical, fracture parameters and optimum design of steel fiber reinforced self compacting concretes. Institute of science and technology, *Ph.D. Thesis, İzmir*.

4. Kabay, N. (2014). Abrasion resistance and fracture energy of concretes with basalt fiber. *Construction and Building Materials, 50*, 95-101.

5. Ravikumar, C. S., Ramasamy, V., & Thandavamoorthy, T. S. (2015). Effect of Fibers in Concrete Composites. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(1), 419-430s.

6. Can, O., Durmuş, G., Subaşı, S., Yıldız, K., & Arslan, M. (2009). The effects of the concrete mixed fibrous material on the wearing strength. *International Advanced Technologies Symposium. (IATS'09).*

7. Yıldırım, S.T. (2002). The investigation of performance characteristics of reinforced concretes. Fırat University, Institute of Science and Technology, *Ph.D. Thesis*, Elazığ, 193s.

8. Araz N. G., Aksoy A., İskender E., & Sayın A. (2018). Evaluation of basalt fiber usage in port constructions concrete. *9th Coastal Engineering Symposium*, 298-309.

9. ACI 212.3R-10. (2010). Report on chemical admixtures for concrete. *American Concrete Institute*, 65.

10. Ramachandran V.S., Malhotra M. (1984). Concrete Admixtures Handbook-Part 7: Superplasticizers, Noyes Publications, 462-463.

11. Aral, M. (2006). Mechanical behavior of cement based composites with hybrid fibres-An optimum design. Istanbul Technical University, Institute of Science and Technology, Master Thesis, Istanbul, 25s.

12. ASTM, C. (2002). 136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. *Annual Book of Standards*, 4(02).

13. Etman, Z. A., & Ahmed, T. I. (2018). Effect of freezing-thawing on concrete behavior. *Challenge Journal of Concrete Research Letters*, 9(1), 21–36.

14. Kryžanowski, A., Mikoš, M., Šušteršic, J., & Planinc, I. (2009). Abrasion resistance of concrete in hydraulic structures. *ACI materials journal*, *106*(4), 349-356.

15. EN, T. 14157, 2017. Natural Stones-Test Methods-Determination of Abrasion Resistance. *Turkish Standards Institute, Ankara*.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

TÜP YAPILAR VE KAYMA ÇERÇEVELERİNİN MEKANİK AÇIDAN KARŞILAŞTIRILMASI

A Comparison The Mechanical Response of Tubular Structures and Shear Frames

Ramazan Bağdat[1] & Tekin Gültop[2]

1; Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara-Türkiye,
ramazanbagdat18@gmail.com
2 (Prof. Dr.); Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara-Türkiye,
tgultop@gazi.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, yanal yük etkisi altında kesme yapıları ve tüp yapıların mekanik açıdan karşılaştırması yapılmıştır. İncelemesi yapılan kayma çerçeveleri ve tüp yapı davranışının ortaya çıkarılması için her iki yapı türü SAP2000 sonlu eleman paket programıyla modellenmiş ve analizleri yapılmıştır. Öncelikle kolon boyutları parametresinin değişimiyle yapı davranışının değişimi arasında bir bağıntı kurulmuş ve kayma çerçeveleriyle tüp yapıların yanal yükleme altındaki elastik eğrilerinin karşılaştırması yapılmıştır. Yatay yük olarak statik analiz kısmında rüzgâr yükü, dinamik analiz kısmında ise deprem yükü esas alınmıştır. Kullanılan modellerde tüp yapı meydana getirebilmek için kolon sıklaştırması yapılmıştır. Bu sıklaştırma tek açıklıklı çerçeveden 8 kolonlu modele kadar kolon sayısı birer artırılarak yapılmıştır. 10 kattan 25 kata kadar beşer kat artırımı yapılarak hangi kat sayısına ulaşıldığında mekanik davranış farkının ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda 5 katta bir kolon boyutları %10 azaltılmıştır. Daha sonra 10 katlı model esas alınarak statik ve dinamik gerilmelerin bu iki yapı türündeki karşılaştırması yapılmıştır. Dinamik analizde El Centro depremi verileri yapıya uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tüp yapıların kesme yapılarına göre yatay yük etkisinde daha az yanal ötelenme yaptığı görülmüştür. Yükseklik kıyaslama sonuçlarına göre, tüp yapıların az katlı yapılarda belirgin fark göstermediği, yüksek yapılarda mekanik davranışının daha etkili olduğu oluşan elastik eğrilerden anlaşılmıştır. Kolonlardaki sıklaştırmadan dolayı tüp yapılardaki elemanlarda oluşan gerilmeler kayma çerçevelerinde oluşan gerilmelerden daha az olduğu tespit edilmiştir. Rijitliğin artmasındaki bir diğer etmenin de kolon boyutlarındaki artış olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tüp yapılar, kesme çerçeveleri, sonlu elemanlar, yüksek yapılar, taşıyıcı sistemler

Abstract: A comparison of the shear frames and tubular structures subjected to lateral loading is made from the point of view of mechanics. Fort he clarification of the difference between the structural behaviour of shear frames and tubular structures both types of structures are modelled and analyzed uing the SAP2000

finite element programme. Primarily the changes in column dimensions relevant to the structural behaviour has been established and the corresponding elastic curves of both types of structures subjected to lateral loading have been compared. In the case of statical analysis the lateral loading is considered as wind loading and in the case of dynamic analysis earthquake loading is considered. For the emergence of tubular structural behaviour an increase in the number of columns is made. This increase is made from two columns in each storey to the case of 8 colums in the corresponding model. The number of stories have been increased by 5 stories increment from 10 stories to 25 stories, the level at which the difference in the structural behaviour have been observed. After the increase each 5 stories steps the column dimensions have been reduced by 10%. Consequently the static and dynamic stresses have been compared between the corresponding types of structures. El Centro earthquake data have been used in the dynamic analysis. According to the results of the present study tubular structures undergo less lateral diplacements compared to the shear frames. The two types of structures do not differ from each other in reasonable heights but the discrepancy in the mechanical behaviour increases with increasing height. It is observed that the stresses in members of the corresponding stories in tubular structures is less than that of shear frames.The increase in stiffness is based on the increase in column dimensions.

Keywords: Tubular structures, shear frames, finite elements, tall buildings, loadbearing systems

GİRİŞ

İnsanın temel yaşama gereksinimlerinden biri de barınmadır. İnsanoğlu kendini doğanın olumsuz koşullarından korumak için ilkel dönemlerden günümüze kadar gelişen tarzlarda yapılar oluşturmuştur. Mağara ile başlayan bu süreç, göçebe dönemlerde kendini çadırlara bırakmış, daha sonraları yerleşik hayata geçilmesiyle birlikte yaşanılan coğrafyada hâkim olan iklim ve malzemeye uygun olarak günümüz yapılarının temeli atılmıştır. Bugün ise gelişen yapım ve imalat teknolojisi, taşıyıcı sistem ve tasarımdaki iyileştirmeler ile malzeme kalitesindeki artış sayesinde daha konforlu ve yaşanabilir yapılar inşa edilmektedir.

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte daha fazla konut ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu ihtiyacı gidermek adına kullanılan yöntemlerden biri de bina kat sayısının artırılması olmuştur. Öyle ki, bu yükseklik artışı ileride bahsedileceği üzere çeşitli nedenlerden ötürü devasa boyutlara ulaşmıştır. Bu durumda tasarım, analiz ve imalat aşamalarında ileri yöntemler geliştirilmiş ve yapılara uygunluklarına göre çeşitlilik kazanmıştır.

Bu çalışmada, özellikle yüksek yapılarda tercih edilen tüp sistemler ve kayma çerçeveleri ele alınmaktadır. Çalışmanın amacı; yatay yük etkisi altında kayma çerçeveleri ve tüp yapılardaki yatay deplasman eğrisi farkının ve oluşan gerilmelerin karşılaştırmalı incelenmesidir. Mekanik

davranışları karşılaştırılarak incelenen kayma çerçeveleri ve tüp yapı davranışının ortaya çıkarılması için her iki yapı türünün modellenmesi paket sonlu eleman programıyla yapılmıştır. Öncelikle kolon boyutları parametresinin değişimiyle yapı davranışının değişimi arasında bir bağıntı kurulmuş ve kayma çerçeveleriyle tüp yapıların yanal yükleme altındaki elastik eğrilerinin karşılaştırılması yapılarak hangi kat sayısına ulaşıldığında mekanik davranış farkının ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Bundan sonra incelenen her yapı türünde oluşan statik ve dinamik gerilmelerin bir karşılaştırması yapılmıştır.

Yüksek Yapılar

19. yüzyıl sonlarında ABD'nin Chicago ve New York şehirlerinde yapılmaya başlanmıştır. Bugün ise hemen hemen büyük kentlerin tamamında sembol niteliğinde yüksek yapıya rastlamak mümkün olmaktadır. Amerikan mimarisinden kaynağını aldığından dolayı yaygın olarak İngilizce terimler kullanılmaktadır. Bunlar: Tall Building, Skyscraper, High-Rise Building gibi isimlerdir (Sağlam 2006).

Yüksek yapıların birçok tanımı mevcuttur, bunlardan en yaygın olarak kabul gören iki tanımı ele alırsak:

CTBUH'ye (Council on Tall Buildings and Urban Habitat) göre en alt seviye açık hava yaya girişinden itibaren 50 m yükseklik ve üzeri yüksek yapı, 300 m ve üzeri çok yüksek bina, 600 m ve üzeri ise mega yüksek bina olarak adlandırılmaktadır (Günel ve Ilgın 2010).

Emporis Standartları ise 12 kat ve 35 m üzerini yüksek bina, 100 m ve üzerini ise gökdelen olarak tanımlanmaktadır (Günel ve Ilgın 2010).

Yüksek binaların yaygın yapılma nedenlerini şöyle sıralayabiliriz (Eren 2019):

- Hızla artan nüfus
- Şehirlerdeki arazi fiyatlarındaki pahalılık
- Devlet ve şirketlerin güç ve prestij yarışı
- Doğal alanların tahribatının azaltılması isteği
- Kullanıcı başına tüketilen enerjiyi düşürmek
- Trafikte geçen sürenin kısaltılması
- Yapı malzemelerindeki iyileşme
- Beton teknolojisindeki ilerlemeler
- Tasarım ve analiz yöntemlerindeki gelişmeler

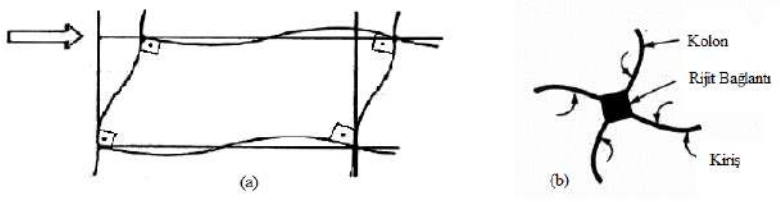
Genellikle az katlı yapılar düşey yükleri karşılaması amacıyla tasarlanmaktadır. Günümüzde bina yüksekliğinin artması, malzeme teknolojisindeki gelişmeler nedeniyle bina ağırlığının azalması ile deprem ve rüzgâr yükleri çok katlı yapılarda önemli hale gelmektedir. Yüksek yapıların tasarımında geleneksel yöntemler pek fayda sağlamamakla beraber yapı mühendislerini yeni taşıyıcı sistem tasarımı arayışına sokmuştur. Yüksek bina taşıyıcı sistemlerini şu şekilde sınıflandırmak mümkündür (Günel ve Ilgın 2008):

1. Rijit çerçeve sistemler
2. Kesme duvarlı çerçeve sistemler
   a) Çaprazlı çerçeve sistemler
   b) Perde duvarlı çerçeve sistemler
3. Yatay kesme duvarlı çerçeve sistemler
4. Tüp sistemler
   a) Çerçeve tüp sistemler
   b) Kafes tüp sistemler
   c) Demet tüp sistemler

Kesme Çerçeveleri

Geleneksel olarak adlandırılabilecek bir taşıyıcı sistem türüdür. Kolon, kiriş ve döşeme elemanlarından oluşmaktadır. Yapıya etkiyen yükler döşemelerden kirişlere, kirişlerden de kolonlara aktarılarak temele iletilmektedir. Kirişlerin kolonlara eğilmeye karşı rijit bir şekilde bağlanmasıyla kararlılık sağlanmaktadır. Figür 1'de (Bal 2003) çerçeve sistemin yatay etkisinde kolon ve kiriş birleşim noktasının davranışı gösterilmektedir.

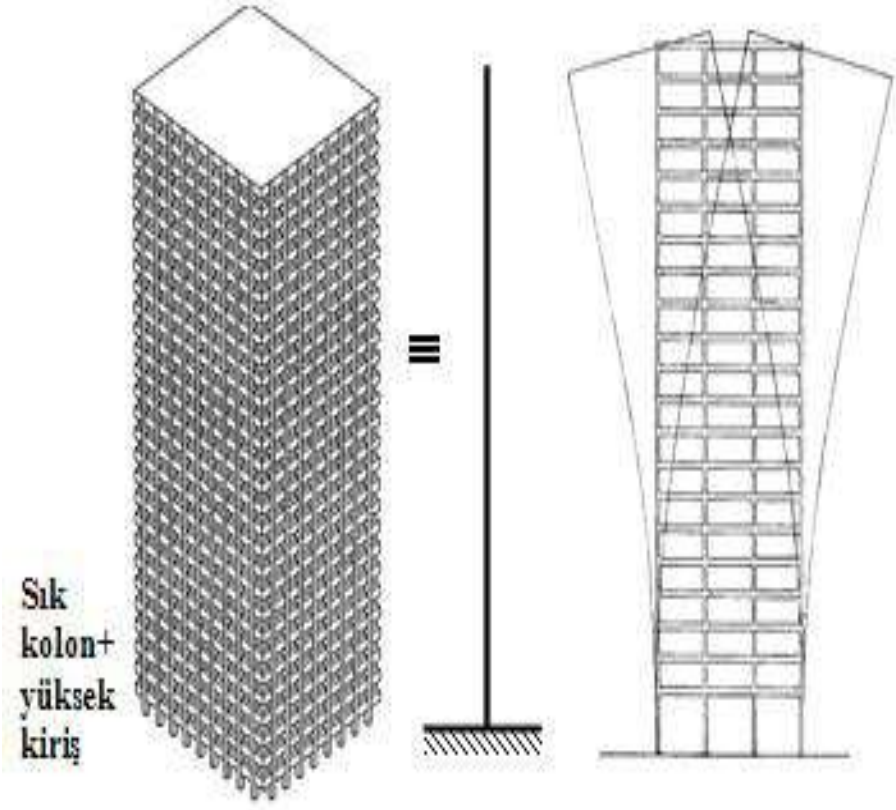
Figür 1. a) Çerçevenin yatay yük altında deformasyonu, b) Kolon kiriş bağlantısının dönme deformasyonu



Tüp Yapılar

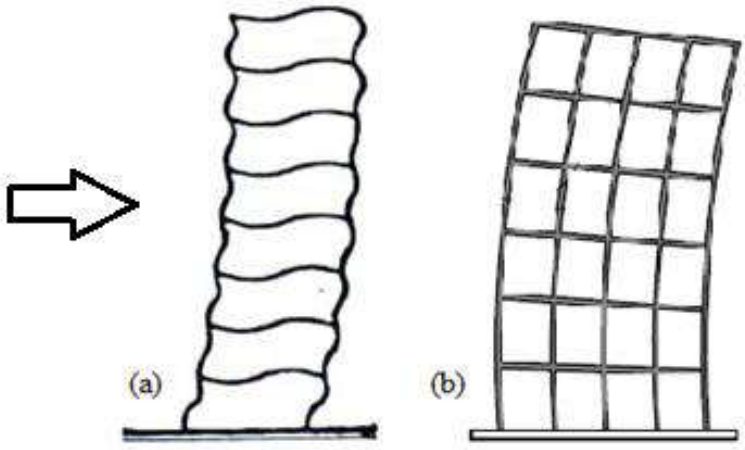
Yapılarda yükseklik arttıkça özellikle yatay yüklere karşı direnç sağlamak amacıyla kullanılabilecek taşıyıcı sistem yelpazesi daralmaktadır. Yapı mühendisleri yüksek binalarda az katlı olanlara göre daha çok etkili olan rüzgâr ve deprem yüklerine karşı yeni taşıyıcı sistem arayışına girmişlerdir. Bu arayış içerisinde olan Fazlur Rahman Khan, yüksek binalarda etkin olarak kullanılan tüp sistemi yapı tasarım sektörüne kazandırmıştır. Tüp yapıyı, bina taşıyıcı sisteminin zemine sabit tutulu bir şekilde yükselmiş içi boş bir kutu veya konsol kiriş olarak düşünmek mümkündür (Bal 2003), (Figür 2).

Figür 2. Tüp yapı davranış modeli (Atasoy 2014)



Tüp sistemlerin yatay yük etkisindeki davranışı çerçeve sistemlerden farklılık göstermektedir (Figür 3).

Figür 3. a) Çerçeve deformasyon şekli (Bal 2003), b) Tüp yapı deformasyon şekli (Taranath 2010)



MATERYAL & YÖNTEM

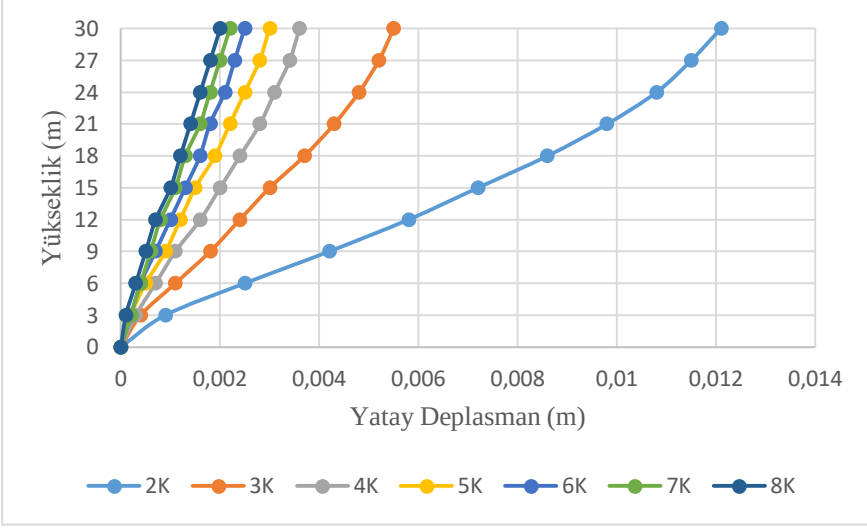
Çalışmada kesme yapıları ile tüp yapıların mekanik açıdan karşılaştırılmasında yanal ötelenmeler ve gerilmeler incelenmiştir. Tasarım ve analizler SAP2000 sonlu eleman paket programı ile yapılmıştır. Yatay deformasyonların incelenmesinde 10, 15, 20 ve 25 kat olarak dört farklı yükseklik için yapı modelleri üzerinden hesap yapılmış ve elastik eğri şekilleri oluşturulmuştur. Yatay yük olarak statik analizlerde rüzgâr yükü, dinamik analizlerde ise deprem yükü uygulanmıştır. Gerilmelerin araştırması 10 katlı yapı modeli üzerinden yapılmıştır. 6,30 m tek açıklık ile başlayıp, bu açıklık arasına birer kolon artırımı yapılarak 8 kolona ulaşıncaya dek 7 adet model oluşturulmuştur. Özellikle ara kolonlarda oluşan gerilmeler statik ve dinamik olarak kendi arasında karşılaştırılmıştır.

HESAP SONUÇLARI

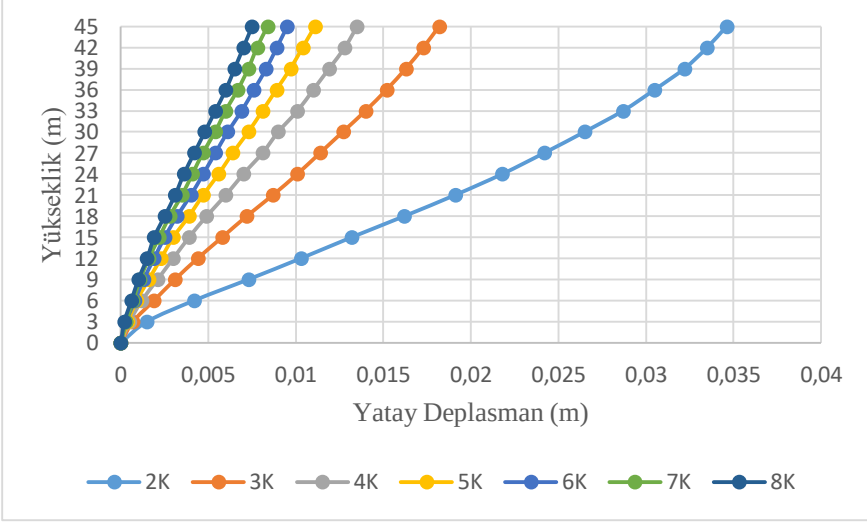
Çalışmada statik ve dinamik analizlerde deformasyon şekli aynı olup sadece sayı değerlerinde farklılık görülmektedir. Bu nedenle sadece statik

analiz sonuçları gösterilmiştir (Figür 4-7). Kolonlarda oluşan statik ve dinamik gerilmeler 3-5-7 kolonlu modellerin en ortadaki kolonları seçilerek en yüksek gerilmeler değerlendirilmiştir (Figür 8).

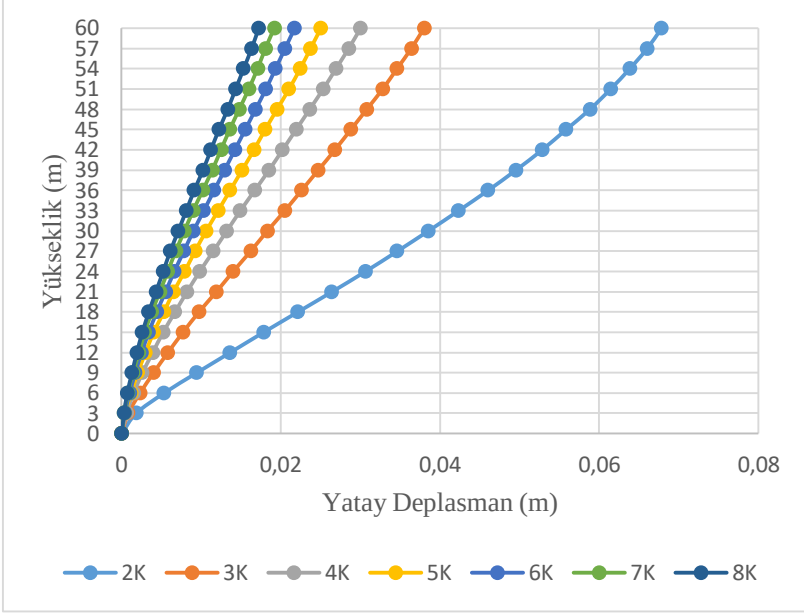
Figür 4. 10 katlı model elastik eğrileri



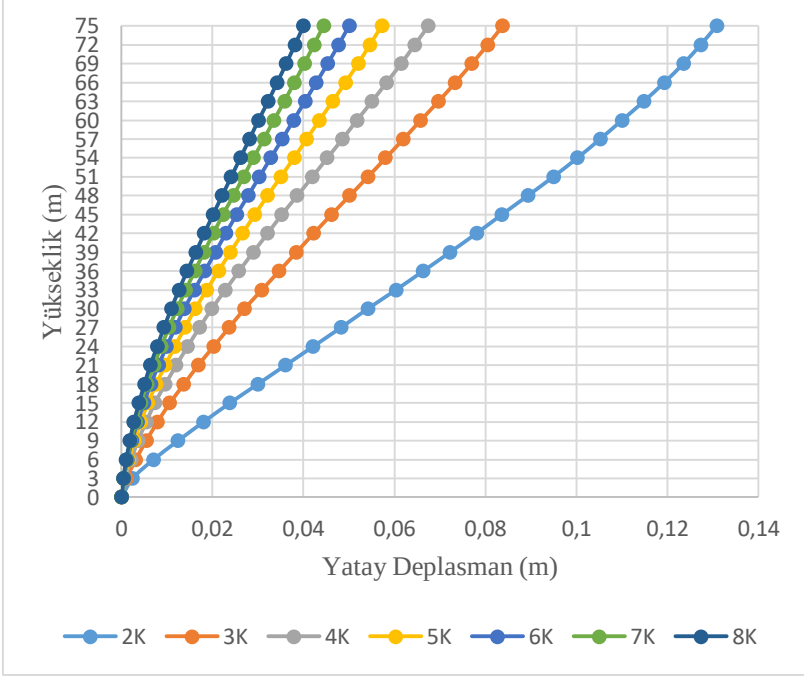
Figür 5. 15 katlı model elastik eğrileri



Figür 6. 20 katlı model elastik eğrileri



Figür 7. 25 katlı model elastik eğrileri



Figür 8. 3-5-7 Kolonlu modellerin gerilme değerleri

Kat	Statik Gerilme (kPa)			Dinamik Gerilme (kPa)		
	3 K	5 K	7 K	3 K	5 K	7 K
1	12,377	6,934	4,899	49,422	36,427	32,946
2	13,614	7,412	5,216	53,263	37,182	33,325
3	12,776	7,226	5,137	48,223	34,394	31,096
4	11,477	6,664	4,774	42,963	30,709	27,980
5	10,316	6,084	3,377	37,705	26,920	24,634
6	8,470	5,010	3,604	29,977	21,007	19,237
7	7,272	4,329	3,118	24,732	17,249	15,863
8	5,465	3,333	2,415	18,417	12,980	12,034
9	3,636	2,324	1,705	11,746	8,649	8,133
10	1,904	1,430	1,076	5,293	4,856	4,664

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma sonucunda yatay yük etkisi altında kolon sayısındaki artışla beraber göreli kat ötelenmelerinin azaldığı ve elastik eğrinin belirgin biçimde değiştiği görülmüştür. Ayrıca yapı yüksekliği arttıkça tüp yapı davranışının daha belirgin hale geldiği tespit edilmiştir. Bu da az katlı yapılarda tüp sistem kullanılmasının etkili olmadığı gibi yapım maliyetini de artırması gibi olumsuz sonuç vermektedir. Statik ve dinamik analizlerde deformasyon şekli aynı olup sadece sayı değerlerinde farklılık görülmektedir. Kolonlarda oluşan statik ve dinamik gerilmelerin kolon sıklaştırmasıyla birlikte azaldığı ve en yüksek gerilmelerin ara kolonlarda meydana geldiği gözlemlenmiştir. Kolon en kesitlerindeki değişiklik, kolon ebatları ile dayanımın doğru orantılı olarak değiştiğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Sağlam, M. R. (2006). *Yüksek Yapılar: İstanbul'dan Örnekler* (Birinci Baskı). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 3.
2. Günel, M. H., Ilgın, H. E. (2010). *Yüksek Binalar: Taşıyıcı Sistem ve Aerodinamik Form* (Birinci Baskı). Ankara: ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, 9-10.

3. Eren, Ö. (2019). *Geçmişten Günümüze Çelik Yüksek Yapılar* (Birinci Baskı). İstanbul: Quintessence Yayıncılık, 32-36.

4. Günel, M. H., Ilgın, H. E. (2008). Yüksek Binalarda Yanal Kuvvetlere Karşı Strüktürel Yaklaşımlar. *Ege Mimarlık Dergisi,* 20-25.
5. Bal, C. (2003). *Yüksek Bina Yapım Sistemlerinin Tasarım Kısıtlamaları Üzerine Bir Araştırma.* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 102-126.
6. Atasoy, N. (2014). *Yüksek Yapılarda Güncel Tasarım Yaklaşımları.* Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 86.
7. Taranath, B. S. (2010). *Reinforced Concrete Design of Tall Buildings* (First Edition). Florida: CRC Press, 207.

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

TARİHİ ZONGULDAK SİNEMA SALONU BALKONUNUN PERFORMANS ANALİZİ

Performance Analysis of Zonguldak Historical Cinema Hall Balcony

Memduh Karalar[1] &Murat Çavuşli[2]

1 (Dr. Öğr. Üyesi); Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Zonguldak-Türkiye, memduhkaralar@gmail.com

2 (Araştırma Görevlisi); Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Zonguldak-Türkiye, murat.cavusli@beun.edu.tr

Öz: Tarihi yapıların performanslarının değerlendirilmesi hem ülke tarihine hem de ülke turizmine çok büyük katkılar sunmaktadır. Bu çalışmada, 1933 yılında Fransızlar tarafından inşa edilmiş ve çok uzun süre Zonguldak iline hizmet etmiş tarihi sinema salonu balkonunun performans analizi ve değerlendirmeleri sunulmaktadır. Bu sinema salonu,1933 ile 1999 yılları arasında yerel halk tarafından sıkça kullanılmıştır ve birçok Yeşilçam sinema filmine ev sahipliği yapmıştır. İlk olarak tarihi sinema salonunda incelemelerde bulunulmuştur ve zamanla tahribata uğramış olan bölgeler tespit edilmiştir. Edinilen bilgilere göre yapının taşıyıcı sisteminde zamanla önemli hasarlar meydana geldiği ve sinema salonunun balkonunda gözle görülür çatlaklar, hasarlar olduğu belirlenmiştir. Balkondan alınan karot numuneler laboratuvar ortamında deneye tabi tutulduktan sonra röntgen cihazı yardımıyla taşıyıcı elemanların ve donatıların mevcut durumları tespit edilmiştir. Tüm bu işlemlerden sonra yapı özel bir bilgisayar programı ile kodlanmıştır ve performans değerlendirmeleri yapılmıştır. Performans değerlendirmesi sonucunda tarihi sinema salonu balkonunun daha fazla ayakta kalamayacağı ve zamanla yıkılacağı tespit edilmiştir. Bunun sonucunda balkonun taşıyıcı elemanlarının belirli bölgelerine güçlendirme yapılmıştır ve sinema salonunun yeniden hizmete açılması sağlanmış oldu. Bu çalışma sonucunda ülke turizmine çok büyük katkılar sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tarihi yapılar, Güçlendirme, Performans analizi

Abstract: The evaluation of the performance of historical buildings makes a great contribution to both the history of the country and the tourism of the country. In this study, the performance analysis and evaluation of the balcony of the historical cinema hall, which was built by the French in 1933 and served for a long time in Zonguldak province, is presented. Between 1933 and 1999, this movie theater was frequently used by local people and hosted many Yeşilçam cinema films. Firstly, investigations were made in the historical cinema hall and the areas that were

damaged in time were identified. According to the information obtained, it has been determined that significant damage has occurred in the carrier system of the structure and there are visible cracks and damages in the columns of the cinema hall. In addition, explosions occurred in one of the main balconies. After the coring samples taken from the balcony were tested in the laboratory, the current status of the carrier elements and reinforcements were determined with the help of x-ray machine. After all these processes, the structure was coded in three dimensions with a special computer program and performance evaluations were performed. As a result of the performance evaluation, it has been determined that the balcony of the historical cinema hall will not be able to survive anymore and will collapse over time. As a result, reinforcements were made to the supporting elements of the balcony and the cinema hall was reopened.

Keywords: Historical structures, Reinforcement, Performance analysis

GİRİŞ

Ülkemiz, çok eski bir tarihi geçmişe sahiptir ve bu tarihi geçmişe tanıklık etmiş birçok devlet ve imparatorluk ülkemizde derin izler ve tarihi miraslar bırakmıştır. Bu tarihi miras içerisinde mükemmel mimariye sahip ahşap yapılarından, binlerce yıl önce inşa edilmiş betonarme yapılara kadar çok sayıda yapı tipleri olduğu görülmektedir. Bu tarihi yapıların korunması ve tekrar kullanılması, ülkemiz ekonomisine ve turizmine çok büyük katkılar sağlamaktadır. Günümüzde, tarihi yapıların korunması ile ilgili çalışmalar yeni yeni yaygınlaşmaktadır. Tarihi eser niteliğindeki yapıların güçlendirilmesi ve korunmasındaki asıl amaç, bu yapıların deprem ve yapısal güvenliğini koruyarak uzun süre ayakta kalabilmelerinin sağlamaktır. Ancak, bu hayati işlemler uygulanırken tarihi yapının tarihi dokusunun bozulmaması esas olmalıdır. Son zamanlarda ülkemizdeki tarihi yapılar, deprem gibi kuvvetli yer hareketleri, sel ve son zamanlarda meydana gelen hızlı kentleşmenin olumsuz tehdidi ile karşı karşıyadır.

Tarihi eserlerin korunmasında ülkemiz, kendi himayesi altındaki büyük ölçekli kamusal yapıları özenle korumaya çalışırken, özellikle çoğu özel mülkiyette olan küçük ölçekli yapıları yasal altyapıdaki eksiklikler nedeniyle yeterince koruyamamaktadır. Bu nedenle, son zamanlarda birçok tarihi yığma yapı "yıkılmaya eğilimli" anlamına gelen "mail-i inhidam" durumunda olması nedeniyle yıkılmıştır. Hâlbuki bu yapılar, deprem güçlendirmesi yapılıp uzun süre hem yöre halkına hem de ülke turizmine hizmet verebilirlerdi. Tarihi bir yapının dayanımı, yapısal sisteme, yapının geometrisine ve bina yapılırken kullanılan malzemenin mekanik özelliğine bağlıdır. Bu sebeple, birbirine benzeyen tarihi yapılarda sabit yükler altında farklı yapısal deformasyon ve yenilmeler

meydana gelebilmektedir. Tarihi yığma yapılarda meydana gelen yenilmelerin sebepleri yapının kendi ağırlığıyla oluşan yükler, yer titreşimlerinden oluşan yükler ve diğer doğal afetlerin neden olduğu yüklerdir. Fakat tarihi bir yapının kendi ağırlığından dolayı yıkılması veya zarar görmesi çok nadir görülen bir durumdur. Tarihi yapıların zarar görmesi veya yıkılmasının asıl sebebi, doğal dış yükler, insan kaynaklı yapay yüklerdir veya diğer çevresel etkilere bağlı yapısal sorunlardır (Örmecioğlu, 2010). Literatürde, tarihi yapıların güçlendirilmesi ve yeniden kullanıma kazandırılması ile ilgili çalışmalar şu şekilde özetlenmiştir; Tarihi eserlerde, yığma duvarların, kubbelerin, tonozların ve temellerin enjeksiyon reçineleri ve ankraj sistemleriyle güçlendirilmesi ile ilgili bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada, reçinelerin basınç ve kesme-eğilme-bükülme dayanımlarının çok yüksek olduğu belirtilmiştir. Söz konusu reçinelerin reaksiyona girme süresi 30-180 saniye arasında değiştiği görülmüştür. Carbopur WF reçinesinin susuz ortamda hacimsel olarak şişmediği ve basınç dayanımları birkaç dakika içinde 800 kg/cm2 civarına ulaştığı belirtilmiştir. Carbopur S reçinesinin ise susuz ortamda da % 100-200 oranında şiştiği ve basınç dayanımı yine birkaç dakika içinde 100-300 kg/cm2 civarında gerçekleştiği belirtilmiştir. Çift komponentli reçinelerin serbest ortamlarda (havayla direk temas gibi) şişme ve köpüklenme oranı 2-6 civarında olduğu gösterilmiştir. Ancak bunların beton ve zemin gibi ortamlardaki şişme oranları 1.0-2.5 arasında olduğu belirtilmiştir. Bu reçinelerin çekme, burulma ve basınç mukavemetleri çok yüksek olduğu ispatlanmıştır (Kasapgil, 2007). Ayrıca Adana Ulucami minaresinde güçlendirme çalışması 2007 yılında yapılmıştır. Adana Ulucami Kulesindeki birbirinden ayrışmış ve kopmuş taşlar, çatlaklar çok iyi yapışan reçinelerle doldurulmuştur. Bu doldurma işlemi ile taşların genleşme nedeniyle daha fazla çatlaması, çatlaklara su sızarak içindeki malzemeyi yıkaması ve çatlakları genişletmesi önlenmiştir. Ayrıca çatlaklardaki suyun donması halinde çatlakları daha çok açması, taşın orijinal basınç mukavemetine yakın bir mukavemette takviye edilerek mukavemeti azaltacak kesit daralması ve ana çatlak yakınındaki kılcal çatlakları baştan kapatarak bu çatlakların büyümesi önlenmiştir (Kasapgil, 2007). Daha sonra Ahi Çelebi Camisinin onarımı ve güçlendirilmesi hakkında bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada düşey yükler, mesnet çökmeleri, deprem gibi etkiler nedeniyle hasar görmüş yığma kargir kubbelerin onarım ve güçlendirme yöntemleri, mesnet bölgesinde oluşturulan çekme çemberinin güçlendirmedeki etkinliği Ahi Çelebi Camisi uygulama örneği ile verilmiştir. Yapı, düşey ve deprem yükleri etkisi altında SAP2000 yazılımı kullanılarak modellenmiştir. Dıştan çekme

çemberi uygulaması, kubbede oluşan çekme gerilmelerinin önemli miktarda azalmasına ve kubbe yüzeyinde daha uygun bir gerilme dağılışına götürmüştür (Sesigür ve Çelik, 2007). Ek olarak teknik ekiplerce yıkılıp yeniden inşa edilmesi önerilmiş olan bir yapının güçlendirmesini yapılmıştır. Yapı, 1999 Doğu Marmara Depremi'nde yırtılan Arifiye fay zonuna sadece yaklaşık 7,5 km uzaklıkta bulunmaktadır. Bu çalışma sonucunda yapının güçlendirme ve onarım projesi yapılmış ve bina depremden sekiz ay sonra hizmete açılmıştır. Yapının (taban kesme kuvveti – tepe yerdeğiştirme) davranış eğrisi "hemen kullanım" düzeyinde kalmıştır (Arıoğlu ve diğ. 2007). Ayrıca Urla Eski Tekel Binasının (Arditi Köşkü) yangın öncesi durumu ve yapının güçlendirilmesi ile ilgili bir çalışma yapılmıştır. Yangın öncesinde yapının dış duvarları ayakta olmakla beraber yer yer yapıda göçme ve çürümeler olduğu tespit edilmiştir. Yapılan incelemeler, yapının özellikle sismik etkiler altında yetersizlikler içerdiğini ve yapısal sistemin karmaşıklığı sebebiyle basit müdahalelerin işe yaramayacağını göstermiştir. Bu sebeple belirli seviyede sismik güvenlik sağlayacak ve yapının mimari miras değerlerine mümkün olan en az etkiyi yapacak, taşıyıcı sistem müdahalelerinin gerçekleştirilmesi gerektiğine karar verilmiştir. Sismik iyileştirmeyi etkin bir seviyeye çıkarabilmek için hem eleman bazında hem de sistem bazında müdahaleler öngörülmüş ve detaylandırılmıştır (Aydın ve diğ. 2015). Tarihi köprülerin restorasyonları kapsamında yürütülen yapısal analiz çalışmaları ve sonuçlarını detaylı olarak sunulmuştur. Çalışmada, söz konusu araştırmaların yapılmadığı/yetersiz olduğu durumlarda restorasyon sonrası yapıda tekrar hasarlar meydana gelebileceği ispatlanmıştır. Yapı ve zemin ile ilgili tespitler tarihi köprülerin taşıyıcı sistemlerinin yanı sıra temellerinde ve üzerinde bulundukları dere yataklarında yapılacak iyileştirme çalışmalarına ilişkin belirlenen tekniklerin de desteklenmesi açısından önem arz etmekte olduğu belirtilmiştir (Sert ve Partal, 2015). Ölçekli yığma taş kemer köprü modelinin dinamik davranışını deneysel ve analitik olarak incelenmiştir. Bu çalışmada, uygulamalarda sıklıkla karşılaşılan bir taş kemer köprünün laboratuvar ortamında oluşturulmuş 1/10 ölçekli modelinin dinamik davranışı deneysel olarak incelenmiştir. Çevresel titreşim testi kullanılarak gerçekleştirilen modelin ilk altı frekansı, mod şekli ve modal sönüm oranı belirlenmiştir. Ölçüm sırasında modele zarar vermemek amacıyla ilave titreştirici kullanılmadan çevreden gelen titreşimler altında köprü davranışı tek eksenli sismik ivmeölçerler ile belirlenmiştir. SAP2000 programında üç boyutlu katı elemanlar kullanılarak oluşturulan model üzerinde modal analiz gerçekleştirilerek dinamik karakteristikler analitik olarak belirlenmiştir. Çalışmanın

sonunda, deneysel olarak elde edilen dinamik karakteristikler ile analitik sonuçlar karşılaştırılmış ve farklılıklar ortaya konulmuştur (Türker ve diğ. 2015). Daha sonra tarihi Malabadi Köprüsü'nde yürütülen restorasyon-konservasyon çalışmaları hakkında bir çalışma yapılmıştır. Diyarbakır ili, Batman Suyu üzerinde, Artuklular Döneminde inşa edilmiş, 40.86m açıklığındaki sivri ana kemeri ile dünyanın günümüze ulaşan en büyük kemer açıklığına sahip taş kemer köprüsü olan Tarihi Malabadi Köprüsü'nde, 2009-2013 yılları arasında Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen restorasyon-konservasyon çalışmaları detaylı olarak anlatılmıştır. Güçlendirmenin önemi bu çalışma ile belirtilmiştir (Sert ve Yılmaz, 2015). Tunceli ilinin Çemişgezek ilçesindeki Tağar çayı üzerinde bulunan tarihi Tağar köprüsünün doğrusal ve doğrusal olmayan sismik analizleri yapılmıştır. Bu amaçla köprü üç boyutlu sonlu elemanlarla modellenmiştir. Sismik etki olarak Erzincan depreminin ivme kayıtları dikkate alınmıştır. Analizlerde ANSYS sonlu eleman programı kullanılmıştır. Analizden elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak köprünün sismik davranışı incelenmiştir (Onat ve Sayın, 2015). Tarihi yapılarda taşıyıcı sistem özellikleri, hasarlar, onarım ve güçlendirme teknikleri hakkında bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada, geçmişten günümüze koruma kavramının nasıl algılandığı ve ne gibi adımların atıldığı ve tarihi yapı türleri, tarihi yapılarda kullanılan malzeme ve özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca tarihi yapıyı oluşturan taşıyıcı sistem özellikleri, bu yapılarda meydana gelen hasarlar ve günümüzde uygulanan hasar tespit yöntemleri, yığma kargir binaların deprem yönetmeliğinde belirtilen koşullar çerçevesinde deprem güvenliğinin incelenmesi ve tarihi yapılarda uygulanan onarım ve güçlendirme teknikleri hakkında detaylı bilgiler sunulmuştur (Mahrebel, 2006). Literatürdeki çalışmalardan da görüldüğü gibi, geçmişte tarihi yapılarla ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Fakat turizm açısından önem arz eden ve halkın sıkça kullandığı bir mekân olan sinema salonlarının 2018 Türk deprem yönetmeliği göz önünde bulundurularak güçlendirilmesi ve deprem performansı ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, ülke turizmi için önemli olan tarihi sinema salonunun uzun süre ayakta kalabilmesi için deprem güçlendirmelerinin yapılması ve deprem performanslarının değerlendirilmesidir. Bu amaçla, analizler ve değerlendirmeler için 1933 yılında inşa edilen tarihi sinema salonu seçilmiştir. Bu sinema salonu, Zonguldak ve ülkemiz turizmi için çok önemlidir ve bu yapının ömrünün uzatılması hayati önem arz etmektedir. Bu sebeple, bu çalışma literatüre ve ülke turizmine önemli katkılar vermektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, ilk olarak tarihi sinema salonunun rölevesi çıkarılmıştır. Çünkü bu yapı, tarihi eser niteliğinde olan bir bina olduğundan dolayı o döneme ait hiçbir proje veya teknik bilgiye ulaşılamamıştır. Her bir taşıyıcı eleman detaylı olarak belirlenmiştir ve her bir taşıyıcıya ait uzunluk bilgileri AUTOCAD programına detaylı olarak girilmiştir. Özellikle balkon döşemesi eğimli ve değişken kalınlığa sahip olmasından dolayı çok hassas ölçüm alınmıştır ve rölevesi çıkarılırken hassasiyet gösterilmiştir. Daha sonra röntgen cihazı kullanılarak taşıyıcı elemanlar içerisindeki donatıların mevcut durumları hakkında bilgi elde edilmiştir. Rölevesi çıkarılan binanın 3 boyutlu modeli IDECAD statik programı yardımıyla oluşturulmuştur. Tüm taşıyıcı elemanlar programa özenle girilmiştir ve balkon döşemesi projeye uygun olarak oluşturulmuştur. Son olarak balkon döşemesini destekleyen taşıyıcı kolonlardan, taşıyıcı kirişlerden ve döşemeden karot numuneler alınmıştır. Karot numune alınırken yapının tarihi özelliğe sahip olması göz önüne alınarak yapıya çok fazla hasar vermemeye özen gösterilmiştir. Karot numuneler deneysel olarak basınç testine tabi tutulmuştur ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Tüm taşıyıcıların malzeme parametreleri programa özenle tanımlanmıştır. Analizler ilk olarak yapının şu anki durumu göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, yapının daha fazla ayakta kalmakta zorlandığı ve deprem güçlendirmesinin yapılmasının şart olduğu görülmüştür. Sonuçlar detaylı incelenerek güçlendirme yapılması gereken taşıyıcılar belirlenmiştir ve bu taşıyıcı duvarlara güçlendirme mantolaması yapılmıştır. Mantolama yapılırken tarihi yapının çok fazla zarar görmemesine özen gösterilmiştir. Güçlendirme yapılan yapı tekrar analiz yapıldığında sinema salonunun mantolama sonucunda ayakta uzun yıllar kalabileceği görülmüştür ve yapının uzun yıllar ülke turizmine ve ülke ekonomisine katkı vermesi sağlanmış oldu.

TARİHİ SİNEMA SALONU HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Cumhuriyetin ilanından sonra Zonguldak ili turizm ve ekonomik olarak büyük yatırımların yapıldığı bir il olmuştur. İş adamlarının ve ülkemizin yaptığı yatırımlar sonucunda Zonguldak ili, Türkiye'nin en fazla nüfusu olan illerden biri haline gelmiştir. Bu çalışmaya konu olan tarihi sinema salonu, 1933 yılında Cumhuriyetin ilanından sonra Zonguldak Merkez 'de inşa edilmiş tarihi bir yapı olup çok uzun süre ülkemizin turizmine ve Zonguldak halkına halkevi olarak hizmet etmiştir. 1951 yılına kadar halkevi olarak hizmet veren yapı, 1951 yılından sonra sinema ve tiyatro

salonu olarak hizmetine devam etmiştir. Bu tarihi sinema salonu Cumhuriyetin ilanından sonra Zonguldak'a bırakılmış en büyük tarihi miraslardan biridir (Figür 1).

Figür 1. Zonguldak tarihi sinema salonuna ait görüntüler (1965)

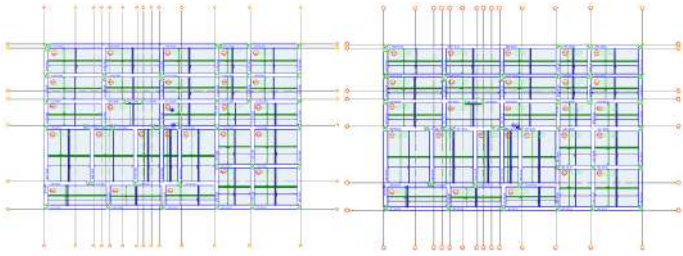


1951 yılından sonra bu yapıda birçok Yeşilçam artisti film izlemiş ve binlerce film gösterimi yapılmıştır. Vizyonda hangi filmler varsa (kovboy filmleri, macera filmleri, polisiye) ilk bu sinemada oynardı. 1974 dünya kupası belgeseli bile bu sinemada vizyona girmiştir. Ancak zamanla TTK (Türkiye Taş Kömürü) kurumunun etkinliği azalınca Zonguldak ilinin nüfusu Türkiye'nin en kalabalık şehirleri arasındayken en az nüfuslu iller arasına girmiştir. Bu sebeple turizm ve kültürel etkinliklere olan ilgi zamanla azalmıştır ve bu tarihi sinema yapıları kaderlerine terk edilmiştir. 2013 yılında bu yapı tamamen kapatılmış ve yerel halk bu tarihi yapıda sinema izleme etkinliğinden mahrum bırakılmıştır.

MALZEME PARAMETRELERİ VE YAPININ MODELLENMESİ

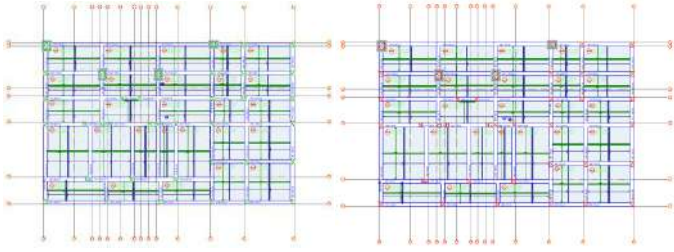
Bu çalışmaya konu olan tarihi sinema salonunun taşıyıcılarına 1933 yılından beri herhangi müdahale (güçlendirme) yapılmamıştır. Bu sebeple yapının yeterince yorulduğu tespit edilmiş ve daha uzun süre ayakta kalabilmesi için tadilat gereksinimine ihtiyaç duyulmuştur. Bu yapı, betonarme bir yapıdır ve yapı içerisinde 1933 yılında nervürlü donatı kullanılması o zamanlarda yapılara ve insanlara verilen değerin göstergesidir. Yapıda, yaklaşık 1 metreye yakın kalınlıkta kirişler mevcut olup döşemelerinin tamamı betonarmedir. En alt katı zemin kattır ve o dönemde bu kat sinemaya giriş ve sahnenin konulduğu yer olarak kullanılmıştır. Zemin kat ile birinci kat planları birbirinin aynısıdır. Fakat 1. kattaki balkon döşeme eğimi zemin kata göre çok farklıdır. 1. kat balkon döşemesi %12 eğime sahiptir. Yapının güçlendirilmeden önce ve güçlendirildikten sonraki planları Figür 2 ve 3'de sunulmuştur.

Figür 2. Güçlendirme yapılmadan önce yapı planı; a) zemin kat b) 1. kat



a) Zemin Kat b) 1. Kat

Figür 3. Güçlendirme yapıldıktan sonra yapı planı; a) zemin kat b) 1. kat



a) Zemin Kat b) 1. kat

Bu çalışmada yapının taşıyıcılarından ve balkon döşemesinden karot numuneler alınmıştır. Yapının tarihi bir yapı olması sebebiyle krot numune alırken tarihi esere zarar vermemeye dikkat edilmiştir. Her bir taşıyıcıdan 3'er tane numune alınmıştır ve bu numuneler laboratuvarda basınç testine tabi tutulmuştur (Figür 4). Basınç testi sonuçlarına göre balkon ana kolonlarının bazılarında (S39, S40, S41, S42) beton sınıfı C14 olarak belirlenmiştir ve diğer tüm taşıyıcıların beton sınıfı C18 olarak tespit edilmiştir. Daha sonra tüm taşıyıcı elemanlar röntgen cihazıyla taranmıştır ve içerisindeki donatıların mevcut durumları belirlenmiştir (Figür 5). Donatıların çoğunun korozyona uğradığı belirlenmiştir ve balkonun iki ana taşıyıcı kolonunda da donatılarda zamanla erimeler ve patlamalar oluştuğu görülmüştür. Tüm bu işlemler yapıldıktan sonra IDECAD statik programına yapının geometrik ve mekanik tüm özellikleri girilmiştir. Önce yapının mevcut durumu modellenmiştir ve analiz edildikten sonra yapının bazı hasarlı kısımlarına güçlendirme yapılmıştır. Yapının modellenen mevcut durumu ile güçlendirilmiş durumu Figür 6 ve 7'de sunulmuştur.

Figür 4. Yapıdan alınan karot numunelerin alınması; a) S41 ana kolonu için b) S42 ana kolonu için c) Balkon döşemesi için

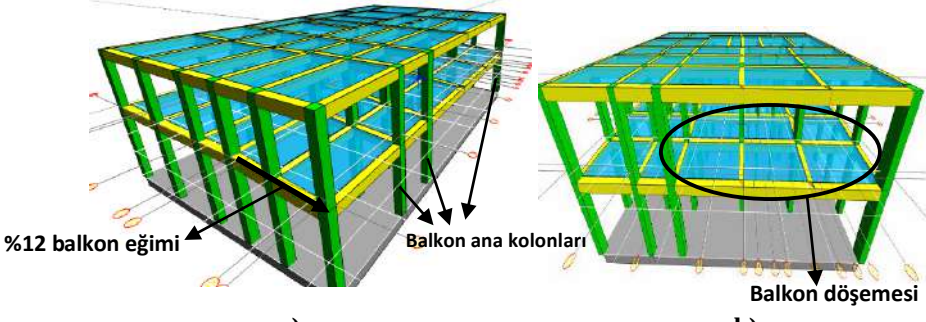


a) b) c)

Figür 5. Röntgen cihazıyla taşıyıcı elemanların incelenmesi

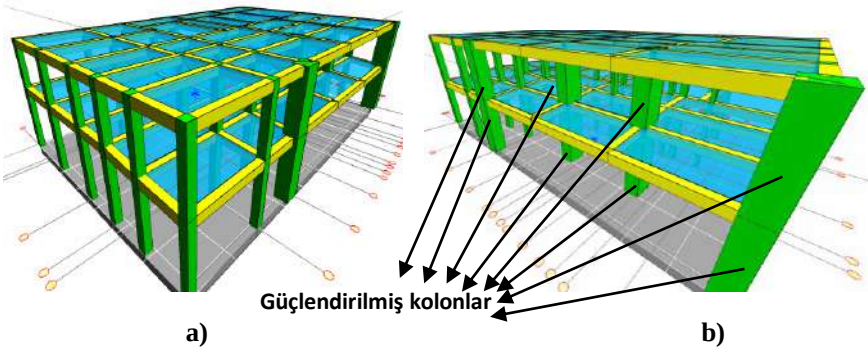


Figür 6. Güçlendirme yapılmadan önce yapının üç boyutlu görünümü; a) Sağdan görünüm b) Önden görünüm



a) **b)**

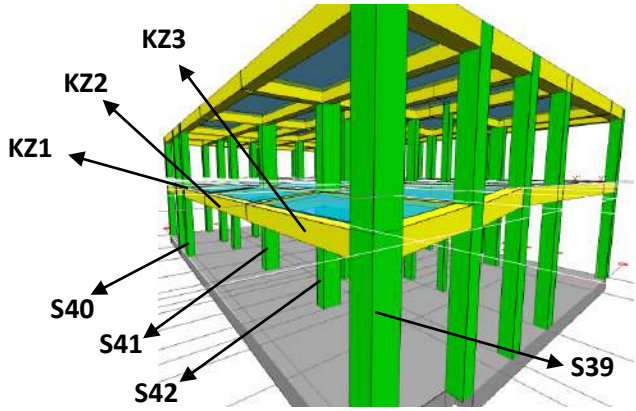
Figür 7. Güçlendirme yapıldıktan sonra yapının üç boyutlu görünümü; a) Sağdan görünüm b) Soldan görünüm



BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde Zonguldak tarihi sinema salonu balkonunun güçlendirme öncesi ve güçlendirme sonrası durumları değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır. İlk olarak yapının mevcut durumu göz önüne alınmıştır ve yapının mevcut durumu için performans değerlendirmesi yapılmıştır. Bu değerlendirme sonucunda yapının hasarlı olan taşıyıcı elemanları tespit edilmiştir. Analiz sonucuna göre balkon döşemesi ve kolonlarında hasarlar meydana gelmiştir ve bu balkonun kısa zamanda yıkılabileceği düşünülmüştür. Daha sonra tespit edilen taşıyıcı elemanlar güçlendirme mantolarıyla güçlendirilmiştir. Zemin katta toplam 4 adet ve 1. katta toplam 4 adet kolon mantolanmıştır. Manto kalınlıkları 20 cm'dir ve mantolama yaparken C25 betonu kullanılmıştır. Hem güçlendirme öncesinde hem de güçlendirme sonrasında toplam 4 adet kolon ve 3 adet balkon kirişi incelenmiştir ve bu bölümde sunulmuştur. Bu kolon ve kirişler Figür 8'de sunulmuştur. Bu çalışmada 2018 deprem yönetmeliğine göre G+Q+E(X ve Y) kombinasyonları için balkon kolon ve kirişleri değerlendirilmiştir.

Figür 8. Yapının mevcut durumu için en kritik kesitler



Yapının mevcut durumu için analiz sonuçları

Zonguldak tarihi sinema salonu balkonunun hasarlı kolon ve kirişleri için analiz sonuçları bu bölümde tablo ve grafik halinde sunulmuştur. Tespit edilen hasarlı balkon kolonları S39, S40, S41 ve S42 olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca zayıf olan balkon kirişleri KZ1, KZ2 ve KZ3 olarak isimlendirilmiştir (Figür 8). G+Q+E(X ve Y) kombinasyonuna göre yapının öncesine ait kuvvet tabloları Tablo 1-4'de sunulmuştur. Ayrıca güçlendirilmiş hali için kuvvet tabloları Tablo 5-8'de sunulmuştur. Tablo 1'de S40 kolonunun 8 farklı yük kombinasyonu için uç kuvvetleri sunulmuştur. Bu kuvvetler incelendiğinde i yönünde maksimum normal kuvvet -21.7 kN 'dur ve bu kuvvet G+Q+EY yüklemesinde elde edilmiştir. Ayrıca j yönünde maksimum normal kuvvet 18.5 kN 'dur. S40 kolonuna gelen en büyük kesme kuvvetleri incelendiğinde i yönünde meydana gelen en büyük kesme kuvveti 3.87 kN 'dur j yönünde en büyük kesme kuvvetleri incelendiğinde ise 4.44 kN değerinin G+Q+EX kombinasyonunda meydana geldiği gözlemlenmiştir. İ yönünde en büyük moment değerleri incelendiğinde, S40 kolonuna gelen en büyük moment G+Q+EX kombinasyonunda elde edilmiştir ve bu moment değeri 7.89 kNm' dir. Ayrıca j yönünde meydana gelen en büyük moment değeri 6.76 kNm' dir (Tablo 1). Bu değerlere incelendiğinde S40 kolonunun üzerine çok büyük kuvvet ve momentlerin geldiği tespit edilmiştir. S39 kolonunda zamanla patlamalar meydana geldiği yerinde incelemeler sonucu belirlenmiştir. Performans analizi sonucuna göre ise en büyük moment ve kuvvetlerin bu kolonda meydana geldiği gözlemlenmiştir. S39 kolonunda

meydana gelen en büyük normal kuvvet i yönünde -26.21kN' dur ve j yönünde ise -10.23 kN' dur. Ayrıca bu kolonda meydana gelen en büyük kesme kuvveti i yönünde -5.58 kN' dur ve j yönünde -2.98 kN'dur ve bu kuvvetler G+Q+EY kombinasyonunda meydana gelmiştir. Bu kolonda meydana gelen en büyük momentler ise i yönünde 11.33 kNm' dir ve j yönünde ise -5.89 kNm' dir (Tablo 2). Bu değerler değerlendirildiğinde, S39 kolonu S40 kolonuna göre daha büyük yük ve momentler etki etmektedir ve S39 kolonunda daha fazla hasarlar görülmüştür.

Yük	Ni	V2i	V3i	M2i	M3i	Nj	V2j	V3j	M2j	M3j
Birim	kN			kNm		kN			kNm	
G+Q+EX1	-14.5025	3.8774	0.1412	1.0019	7.8907	10.9293	4.4465	0.0424	0.8112	6.7651
G+Q+EX2	-14.9606	3.6124	0.2147	1.151	7.3354	11.2831	4.1399	-0.0117	0.8255	6.3374
G+Q+EY1	-21.0659	1.0628	1.2323	2.5222	3.711	15.6528	1.837	-0.5852	1.1936	3.5332
G+Q+EY2	-21.7739	0.6313	1.3573	2.7769	-1.2605	16.1889	1.3439	-0.6745	1.2251	0.2736
G+Q-EX1	-21.625	-2.6017	0.0827	-0.589	-6.1615	18.5192	-1.9367	0.0337	0.3868	-3.9555
G+Q-EX2	-21.1669	-2.3367	0.0092	-0.7381	-5.6062	18.1654	-1.6301	0.0878	0.3725	-3.5278
G+Q-EY1	-15.0616	0.2129	-1.0084	-2.1093	-1.9818	13.7958	0.6728	0.6613	0.0044	-0.7236
G+Q-EY2	-14.3537	0.6444	-1.1335	-2.364	2.9897	13.2596	1.1659	0.7506	-0.027	3.0832

Tablo 1. S40 kolonu için uç kuvvetleri

Tablo 2. S39 kolonu için uç kuvvetleri

Yük	Ni	V2i	V3i	M2i	M3i	Nj	V2j	V3j	M2j	M3j
Birim	kN			kNm		kN			kNm	
G+Q+EX1	-17.6446	-0.4132	2.3935	7.502	2.5474	-8.7533	-0.9911	-2.9699	-5.8891	-1.7796
G+Q+EX2	-16.473	0.4217	2.1592	6.8381	4.5809	-8.4962	-0.8773	-2.9571	-5.7653	-1.7749
G+Q+EY1	-26.2191	-5.5856	-0.693	1.9693	-14.1353	-10.658	-1.6476	-2.9846	-5.1369	-1.698
G+Q+EY2	-24.3029	-4.211	-1.0694	-3.7912	-10.9444	-10.236	-1.4615	-2.9674	-4.9715	-1.6962
G+Q-EX1	-19.002	-0.5947	-4.0105	-9.3649	-5.3447	-8.8902	-0.7288	-2.6494	-2.6065	-1.0605
G+Q-EX2	-20.1737	-1.4296	-3.7762	-8.701	-7.3782	-9.1474	-0.8425	-2.6623	-2.7303	-1.0652
G+Q-EY1	-10.4276	4.5777	-0.9241	-3.8322	11.338	-6.9856	-0.0723	-2.6348	-3.3587	1.1422
G+Q-EY2	-12.3437	3.2031	-0.5476	1.9283	8.1471	-7.4071	-0.2583	-2.652	-3.5241	-1.144

S41 kolonu, S39 ve S4, kolonlarına göre daha iç kısımlarda olan bir kolondur. Tablo 3'de S41 kolonu için 8 farklı kombinasyon göz önüne alınarak uç kuvvetleri sunulmuştur. Bu kolon üzerine gelen en büyük normal kuvvet -52.8 kN'dur ve bu kuvvet i yönünde G+Q+EY yüklemesinde elde edilmiştir. İ yönünde en büyük kesme kuvveti ise 6.08 kN'dur ve aynı yönde en büyük moment değeri 14.4 kNm' dir. J yönünde

ise en büyük normal kuvvet 3.2 kN'dur. Aynı yönde en büyük kesme kuvveti ise -0.16 kN'dur. Kolon üzerine gelen en büyük moment değeri ise 0.0034 kNm'dir. Bu değerlere göre i yönünde meydana gelen normal kuvvet, kesme kuvveti ve moment değerleri j yönünden çok daha fazladır. S42 kolonu incelendiğinde ise i yönünde en büyük normal kuvvetin -56.3 kN olduğu görülmüştür (Tablo 4). Bu değer S41 kolonundan daha büyüktür. Bunun nedeni S42 kolonunun balkon döşemesini tutan ana kolonlardan ve en kritik kolonlardan biri olduğudur. İ yönünde elde edilen en büyük kesme kuvveti ise 6.62 kN' dur. Bu değer S41 kolonu için elde edilen kesme kuvveti değerinden daha büyüktür ve bu kesme kuvveti değeri S41 kolonu ile aynı kombinasyonda elde edilmiştir. Aynı yönde meydana gelen en büyük moment değeri ise 16.11 kN' dur. J yönünde meydana gelen en büyük normal kuvvet ise 5.66 kN' dur. Aynı yönde elde edilen en büyük kesme kuvveti -0.21 kN' dur. Son olarak bu kolona gelen en büyük moment değeri ise -0.005 kNm' dir.

Tablo 3. S41 kolonu için uç kuvvetleri

Yük	Ni	V2i	V3i	M2i	M3i	Nj	V2j	V3j	M2j	M3j
Birim	kN			kNm		kN			kNm	
G+Q+EX1	-48.7032	0.7899	2.8457	7.027	-3.8821	3.1913	-0.1367	0.0842	-0.0021	0.0024
G+Q+EX2	-48.5319	0.9015	2.7247	6.7085	5.0593	3.187	-0.1367	0.0792	-0.0019	0.0024
G+Q+EY1	**-52.8743**	-4.375	0.2716	2.4961	-13.3664	3.2735	-0.0689	-0.0084	0.0018	0.0013
G+Q+EY2	-52.7482	-4.1513	0.0898	2.0797	-12.8567	**3.275**	-0.0736	-0.0125	0.0019	0.0015
G+Q-EX1	-49.3692	0.9242	-2.7437	-6.848	4.9191	3.2652	-0.1009	-0.0863	**0.0034**	0.0011
G+Q-EX2	-49.5405	0.8126	-2.6227	-6.5295	-4.0223	3.2695	-0.1009	-0.0813	0.0033	0.0011
G+Q-EY1	-45.1981	**6.0891**	-0.1696	-2.3171	**14.4034**	3.1831	**-0.1687**	0.0063	-0.0004	0.0022
G+Q-EY2	-45.3242	5.8654	0.0122	-1.9008	13.8937	3.1816	-0.164	0.0101	-0.0005	0.002

Tablo 4. S42 kolonu için uç kuvvetleri

Yük	Ni	V2i	V3i	M2i	M3i	Nj	V2j	V3j	M2j	M3j
Birim	kN			kNm		kN			kNm	
G+Q+EX1	-51.4463	1.0572	2.9484	7.1131	5.383	**5.6668**	-0.1696	0.1437	-0.0009	-0.0046
G+Q+EX2	-52.9597	1.6198	2.8359	6.8063	6.925	5.6517	-0.1748	0.1382	-0.0008	-0.0047
G+Q+EY1	**-56.3155**	-4.9636	0.0737	2.2645	-15.614	5.6125	-0.071	0.0073	0.0008	-0.0013
G+Q+EY2	-55.6158	-4.0023	-0.1085	-2.2028	-13.1544	5.5996	-0.083	-0.0005	0.0009	-0.0015
G+Q-EX1	-50.6571	0.6009	-2.882	-6.9882	-4.8848	5.3883	-0.1179	-0.1129	0.0016	-0.0017
G+Q-EX2	-51.1437	0.0383	-2.7695	-6.6814	-6.4268	5.4034	-0.1127	-0.1073	0.0015	-0.0016
G+Q-EY1	-47.7879	**6.6217**	-0.0074	-2.1397	**16.1122**	5.4425	**-0.2164**	0.0237	-0.0001	**-0.005**
G+Q-EY2	-48.4876	5.6604	0.1749	2.3277	13.6516	5.4555	-0.2045	0.0315	-0.0002	-0.0048

Güçlendirme sonrası durum için analiz sonuçları

Güçlendirme işlemi, yapının mevcut durumu için hasarlı olan taşıyıcılara yapılmıştır ve bu işlem 4 adet balkon ana kolonuna uygulanmıştır. Bu bölümde, 4 adet ana kolon için güçlendirme işleminden sonra elde edilen maksimum kuvvet değerleri sunulmuştur. Tablo 5' de S40 kolonu için maksimum uç kuvvetleri sunulmuştur. Tablo 5' den de görüleceği üzere i kolona etki eden en büyük normal kuvvet i yönünde -35.6 kN' dur ve j yönünde ise 23.1 kN' dur. Bu değerler ile mevcut durumda elde edilen değerler karşılaştırıldığında, güçlendirme sonra S40 kolonunun daha fazla normal kuvvet taşıyabileceği görülmektedir. İ ve j yönlerinde meydana gelen en büyük kesme kuvvetleri incelendiğinde ise i yönünde maksimum kesme kuvvetinin 10.24 kN ve j yönünde ise 10.27 kN olduğu görülmektedir. Mevcut durumdaki analiz sonuçları ile güçlendirme sonrası analiz sonuçları incelendiğinde ise kolonların güçlendirme sonrası daha fazla kesme kuvveti taşıyabileceği sonucuna varılmaktadır. Son olarak i ve j yönlerinde meydana gelen en büyük moment değerleri incelendiğinde ise moment değerlerinin sırasıyla 30.46 kNm ve 10.3 kNm olduğu görülmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. S40 kolonu için uç kuvvetleri

Yük	Ni	V2i	V3i	M2i	M3i	Nj	V2j	V3j	M2j	M3j
Birim	kN			kNm		kN			kNm	
G+Q+EX1	-24.9408	**10.2401**	2.67	15.1234	**30.4665**	14.5928	**10.2725**	-1.1492	-2.1116	**10.3**
G+Q+EX2	-25.7792	9.6012	3.5366	17.3775	28.5153	15.0945	9.5511	-1.3727	-2.8172	9.8458
G+Q+EY1	-34.2425	0.5635	7.3494	22.1163	-5.4131	21.2956	1.2501	-3.425	-1.8632	-1.6568
G+Q+EY2	**-35.614**	-0.505	8.8625	26.1148	-8.7449	22.0898	0.0396	-3.8044	-3.1088	-2.4848
G+Q-EX1	-31.6792	-8.2347	-1.4106	-11.6412	-27.1047	**23.1024**	-7.0087	-0.8044	5.3134	-7.0174
G+Q-EX2	-30.8408	-7.5958	-2.2772	-13.8953	-25.1535	22.6008	-6.2872	-0.6172	6.0191	-6.5631
G+Q-EY1	-22.3775	1.4419	-6.09	-18.6341	8.7749	16.3996	2.0137	1.435	5.065	4.9395
G+Q-EY2	-21.006	2.5104	-7.6031	-22.6325	12.1067	15.6055	3.2242	1.8144	6.3106	5.7674

Tablo 6. S39 kolonu için uç kuvvetleri

Yük	Ni	V2i	V3i	M2i	M3i	Nj	V2j	V3j	M2j	M3j
Birim	kN			kNm		kN			kNm	
G+Q+EX1	-26.6655	3.5962	7.8924	28.9874	17.9951	-13.6691	-2.9335	-3.3922	-7.0787	-9.1926
G+Q+EX2	-25.4067	5.669	7.4203	27.2472	24.578	-13.2283	-2.8526	-3.4379	-7.1503	-9.6613
G+Q+EY1	**-36.9216**	-9.9872	-1.6869	-8.7823	-41.067	**-17.592**	**-3.5511**	-3.1639	-2.0658	-6.4892
G+Q+EY2	-34.8039	-6.4941	-2.4541	-11.7044	-30.1029	-16.8455	-3.4126	-3.2347	-2.1687	-7.274
G+Q-EX1	-32.2685	-6.1465	-10.0284	-31.3217	-30.3015	-15.2505	-0.4679	-2.8166	-0.0211	2.5691
G+Q-EX2	-33.5272	-8.2193	-9.5564	-29.5815	-36.8843	-15.6913	-0.5489	-2.771	0.0505	3.0377
G+Q-EY1	-22.0123	7.4369	-0.4492	6.448	28.7607	-11.3276	0.1497	-3.045	-5.034	-0.1344
G+Q-EY2	-24.13	3.9438	0.3181	9.3701	17.7966	-12.0741	0.0112	-2.9742	-4.9311	0.6505

S39 kolonunun 8 yük kombinasyonu altında uç kuvveti değerleri ise Tablo 6' da sunulmuştur. Tablo 6 incelendiğinde S39 kolonunun taşıyabileceği yük ve moment değerlerinin S40 kolonunun taşıyabileceği yük ve moment değerlerine yakın olduğu görülmektedir. İ ve j yönlerinde meydana gelen en büyük normal kuvvet değerleri sırasıyla -36.9 kN ve -17.5 kN'dur. Ayrıca i ve j yönlerinde meydana gelen en büyük kesme kuvveti değerleri sırasıyla -10.02 kN ve -3.55 kN'dur. S39 kolonu için, mevcut durumda elde edilen normal kuvvet değerleri ile güçlendirme sonrası elde edilen kesme kuvveti değerleri karşılaştırıldığında, güçlendirme sonrası kolonun taşıyabileceği normal kuvvet ve kesme kuvvetlerinin daha fazla olduğu sonucuna varılmaktadır. Son olarak kolonun i ve j yönlerinde taşıyabileceği maksimum moment değerlerinin güçlendirme sonrası çok daha büyük olduğu görülmektedir (Tablo 6).

Tablo 7. S41 kolonu için uç kuvvetleri

Yük	Ni	V2i	V3i	M2i	M3i	Nj	V2j	V3j	M2j	M3j
Birim	kN			kNm		kN			kNm	
G+Q+EX1	-61.6509	-0.25	8.5475	26.986	-20.3559	31.8096	-2.4216	3.6752	5.2608	4.8879
G+Q+EX2	-61.5739	-0.6433	8.5353	26.7604	-21.1942	31.8737	-2.667	3.6068	5.6704	5.6919
G+Q+EY1	-65.1565	-10.3567	-0.0281	6.6646	-42.5935	32.6335	-1.0561	0.0984	1.7837	4.5999
G+Q+EY2	**-65.0191**	-11.0301	0.0095	6.3548	**-44.1465**	**32.7707**	-1.5781	0.0077	2.3997	**5.9697**
G+Q-EX1	-60.4007	2.175	-8.8615	-27.3627	16.383	29.7635	-2.4401	**-3.8171**	0.8604	0.3315
G+Q-EX2	-60.4777	2.5682	-8.8492	-27.1371	17.2213	29.6994	-2.1947	-3.7487	0.4508	-0.4726
G+Q-EY1	-56.8951	12.2817	-0.2858	-7.0413	38.6206	28.9397	-3.8056	-0.2403	4.3375	0.6194
G+Q-EY2	-57.0325	**12.9551**	-0.3234	-6.7315	40.1736	28.8025	-3.2836	-0.1496	3.7215	-0.7504

Tablo 8. S42 kolonu için uç kuvvetleri

Yük	Ni	V2i	V3i	M2i	M3i	Nj	V2j	V3j	M2j	M3j
Birim	kN			kNm		kN			kNm	
G+Q+EX1	-62.8816	2.9726	8.5852	26.83	16.7672	32.8466	-0.9902	**5.8495**	4.5431	0.4245
G+Q+EX2	-62.5615	3.864	8.5956	26.6401	20.1994	32.7544	-1.2195	5.8155	**4.9761**	0.6165
G+Q+EY1	**-67.3568**	-8.8745	-0.1915	6.381	**-42.1887**	**34.529**	1.1498	1.4108	3.4787	0.1533
G+Q+EY2	-66.917	-7.2738	-0.1774	-6.7407	-36.3103	34.3787	0.7355	1.3982	4.2231	0.4709
G+Q-EX1	-63.9995	-0.983	-8.7864	-27.1143	-22.7481	33.1155	-1.8639	-3.0975	1.4281	3.7528
G+Q-EX2	-64.3196	-1.8743	-8.7969	-26.9244	-26.1802	33.2077	-1.6346	-3.0635	0.9951	3.5608
G+Q-EY1	-59.5243	**10.8642**	-0.0098	-6.6653	36.2079	31.4331	-4.0039	1.3413	2.4926	4.024
G+Q-EY2	-59.964	9.2635	-0.0238	6.4563	30.3295	31.5834	-3.5895	1.3538	1.7482	3.7064

Tablo 7 ve 8 incelendiğinde ise S41 ve S42 kolonları için uç kuvveti değerleri sunulduğu görülmektedir. Tablo 7'a göre, S41 kolonuna i ve j yönlerinde gelen en büyük normal kuvvetlerin -65.01 kN ve 32.77 kN' dur. Ayrıca i yönünde meydana gelen en büyük kesme kuvveti 12.95 kN ve j yönünde ise -3.81 kN' dur. S41 kolonu için i ve j yönlerinde meydana gelen en büyük moment değerleri ise sırasıyla -44.14 kNm ve 5.96 kNm'dir (Tablo 7). Bu değerler mevcut durum için elde edilen uç kuvveti değerlerinden çok daha büyüktür. Bu sonuç, güçlendirme ile tarihi yapıların daha fazla kuvvet ve moment taşıyıp daha fazla ayakta kalabileceklerinin göstergesidir. Tablo 8 incelendiğinde ise S42 kolonun uç kuvvetleri ve momentleri görülmektedir. S42 kolonu, S41 kolonu ile benzer yükler ve momentler taşıdığı görülmektedir. İ ve j yönlerinde meydana gelen en büyük normal kuvvetler sırasıyla -67.35 kN ve 34.52 kN' dur. Ayrıca i yönünde meydana gelen en büyük kesme kuvveti değeri 10.86 kN' dur ve j yönünde ise 5.84 kN' dur. Son olarak i ve j yönlerinde meydana gelen en büyük moment değerleri sırasıyla -42.18 kNm ve 4.97 kNm' dir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, tarihi yapıların deprem güvenliği ve servis ömürleri için mantolama-güçlendirme işleminin ne kadar önemli olduğunun anlaşılması ve gösterilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla bu çalışmada, Zonguldak tarihi sinema binası 3 boyutlu modelleme için seçilmiştir. Bina modellendikten sonra binanın mevcut durumu analiz edilmiştir. Daha sonra binanın belirli kısımlarına mantolama yapılarak binanın uzun süre ayakta kalması sağlanmıştır. Yapılan analiz sonuçları göz önüne alınarak aşağıda belirtilen önerilerin dikkate alınması faydalı olacaktır.

- Tarihi betonarme yapıların güçlendirme mantoları ile sağlamlaştırılması bu yapıların uzun ömürlü olmaları için çok büyük önem arz etmektedir. Ancak bu mantolama işlemi sırasında manto kalınlıklarının ve kullanılan mantonun yerinin binanın tarihi dokusuna zarar vermemesine çok dikkat edilmelidir. Aksi takdirde ülke turizmi için büyük öneme sahip olan bu yapılar çok büyük hasarlar alabilmektedir.
- Tarihi yapıların güçlendirilmesi sırasında mantoların rastgele değil 3 boyutlu modelleme sonucunda hasarlı bölgeler göz önünde bulundurularak yapılmasına özen gösterilmelidir.
- Binanın mevcut durumu ile mantolama sonrası durumu karşılaştırıldığında yıkılmaya karşı koyan momentlerin balkon

taşıyıcı elemanları için güçlendirme sonrasında daha fazla olduğu açıkça gözlemlenmiştir. Bu sonuç, mantolama işleminin tarihi yapıların tarihi dokularına zarar vermeden yapıldığında ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca yıkılmaya karşı koyan moment 1. kata oranla en fazla zemin kattaki taşıyıcı elemanlarda meydana gelmiştir.

- Güçlendirme öncesi ve güçlendirme sonrası karşılaştırıldığında, güçlendirme öncesinde balkon kirişlerinde daha fazla sehimler meydana geldiği ve güçlendirme sonrasında ise bu sehim miktarlarının azaldığı açıkça görülmüştür.
- Güçlendirme sonrası kolon ve kirişlerin taşıdığı yük ve momentler ciddi oranda artmıştır. Bu sonuç, güçlendirme ile tarihi yapıların daha fazla kuvvet ve moment taşıyıp daha fazla ayakta kalabileceklerinin göstergesidir
- Mantolama ve güçlendirme işlemleri yeni 2018 Türk deprem yönetmeliğine göre yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada, bu yönetmeliğe uyularak mantolama işlemleri yapılmıştır ve bu çalışmada, bundan sonra tarihi yapılara güçlendirme yapılırken eski deprem yönetmeliğine uyulmaması gerektiği ve bu yeni yönetmeliğe uyulması gerektiği önerilmektedir.

Kaynaklar

1. Arıoğlu E., Anadol K., Arıoğlu A.Ü., 2007. Uluslararası Deprem Mühendisliği Açısından Önemli Bir Olgu ve Kayıp: "Güçlendirilmiş Adapazarı Vilayet Binası". Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 27-29 Eylül 2007, s.241-254.
2. Aydın A.P., Kul F.N., Dönmez C., Erberik A., 2015. Urla Eski Tekel Binası (Arditi Köşkü): Yangın Öncesi Durum ve Yapısal İyileştirme-Güçlendirme Kararları, 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 1-3 Ekim 2015, s.13-28.
3. Kasapgil M.E., 2007. Eski Eserlerde, Yığma Duvarların, Kubbelerin, Tonozların ve Temellerin Enjeksiyon Reçineleri ve Ankraj Sistemleriyle Güçlendirilmesi. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 27-29 Eylül 2007, s.215-218.
4. Kasapgil M.E., 2007. Adana Ulucami Minaresi Güçlendirme Çalışması. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 27-29 Eylül 2007, s.219-224.

5. Mahrebel H.A., 2006. Tarihi Yapılarda Taşıyıcı Sistem Özellikleri, Hasarlar, Onarım Ve Güçlendirme Teknikleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2006.
6. Onat O., Sayın E., 2015. Tarihi Tağar Köprüsünün Doğrusal Olmayan Sismik Analizi. 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 1-3 Ekim 2015, s.301-311.
7. Örmecioğlu H.T., 2010. Tarihi Yapıların Yapısal Güçlendirilmesinde Ana İlkeler ve Yaklaşımlar. Politeknik Dergisi 13(3): 233-237.
8. Sert H., Yılmaz S., 2015. Tarihi Malabadi (Batman Su) Köprüsü'nde Yürütülen Restorasyon-Konservasyon Çalışmaları. 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 1-3 Ekim 2015, s.143-153.
9. Sert H., Partal E.M., 2015. Tarihi Köprülerin Restorasyonları Kapsamında Yürütülen Yapısal Analiz Çalışmaları ve Sonuçları. 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 1-3 Ekim 2015, s.83-97.
10. Sesigür H., Çelik O.C., 2007. Ahi Çelebi Camisinin Onarımı ve Güçlendirilmesi. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 27-29 Eylül 2007, s.231-238.
11. Türker T., Bayraktar A., Kocaman İ., Çoruhlu B., 2015. Ölçekli Yığma Taş Kemer Köprü Modelinin Dinamik Davranışının Deneysel ve Analitik Olarak İncelenmesi. 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 1-3 Ekim 2015, s.113-126.

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ROMBAKİ TARİHİ YIĞMA YAPISININ PERFORMANS ANALİZİ

Performance Evaluation of Rombaki Historical Masonry Building

Memduh Karalar[1] & Murat Çavuşli[2]

1 (Dr. Öğr. Üyesi); Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Zonguldak-Türkiye, memduhkaralar@gmail.com

2 (Araştırma Görevlisi); Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Zonguldak-Türkiye, murat.cavusli@beun.edu.tr

Öz: Tarihi yığma yapıların, günümüz yaşam standartları göz önünde bulundurulduğunda yeniden kullanılacak hale getirilmesi, ülkemizin tarihi ve ülkemizin turizmi açısından hayati önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Zonguldak ilinde 1941 yılında inşa edilmiş tarihi bir yığma binasının performansı değerlendirilmiştir. 1941 yılında sosyal tesis olarak faaliyete geçen bu yığma bina, bir süre Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı'nca huzurevi olarak kullanılmıştır. Bina, TTK Üzülmez Müessese Müdürlüğünce pansiyon olarak işletilmeye devam etmektedir. Ancak bu binanın tarihi eser olması sebebiyle uzun yıllar boyunca ülke turizmine hizmet etmesi gerekmektedir ve bu yığma binanın güçlendirilmesi turizm açısından hayati önem arz etmektedir. Güçlendirme işlemleri için ilk olarak tarihi binanın rölevesi çıkarılmıştır. Her bir taşıyıcı ayrıntılı olarak belirlenmiştir. Daha sonra, yığma bina STATICAD yığma programı yardımıyla 3 boyutlu olarak modellenmiştir. Modelleme yapılırken, ana projeye sadık kalınmıştır. Analiz sonucunda binanın çok uzun süre ayakta kalamayacağı anlaşılmıştır ve binanın belirli bölgelerine 2018 Türk Deprem Yönetmeliği göz önünde bulundurularak deprem güçlendirmeleri yapılmıştır. Güçlendirme sonrasında devrilmeye karşı koyan devrilme momenti değerleri ve depremden dolayı katlara gelen kesme kuvveti değerleri yönetmeliğe uygun sınırlar içerisine getirilmiştir. Bu çalışma ile yığma binanın uzun süre ayakta kalması sağlanmıştır ve ülkemizin turizmine katkı sağlamak için önemli bir adım atılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tarihi eser binalar, Yığma yapılar, Performans değerlendirmesi.

Abstract: The fact that the historical masonry structures are to be re-used in view of today's living standards is of vital importance for the history and tourism of our country. In this study, the performance of a historical masonry building built in 1941 in Zonguldak province was evaluated in detail. This masonry building, which became operational as a social facility in 1941, was used as a nursing home for a

while by the Ministry of Family and Social Policies. The building continues to be operated as a hostel by the Directorate of TTK Üzülmez. However, due to the fact that this building is a historical work, it has to serve for the tourism of the country for many years, and the strengthening of this masonry building is of vital importance for tourism. Firstly, relievo of the historic building was obtained for strengthening. Each bearing element is identified in detail. 3D model of masonry building was performed using STATICAD masonry program. During the modeling process, the main project was taken into account. As a result of the analysis, it was understood that the building could not survive for a very long time and earthquake strengths were made to main sections of the building considering the 2018 Turkish Earthquake Code (TEC). After the strengthening of this masonry building, the values of the tilting moments against the tipping and the earthquake shear force values for floors were brought within the limits appropriate to TEC. With this study, it was ensured that the masonry building was kept standing for a long time and an important step was taken to contribute to the tourism of our country.

Keywords: Historical buildings, Masonry buildings, Performance evaluation.

GİRİŞ

Ülkemiz, çok eski bir tarihi geçmişe sahiptir ve bu tarihi geçmişe tanıklık etmiş birçok devlet ve imparatorluk ülkemizde derin izler ve tarihi miraslar bırakmıştır. Bu tarihi miras içerisinde mükemmel mimariye sahip ahşap yapılarından, binlerce yıl önce inşa edilmiş betonarme yapılara kadar çok sayıda yapı tipleri olduğu görülmektedir. Bu tarihi yapıların korunması ve tekrar kullanılması, ülkemiz ekonomisine ve turizmine çok büyük katkılar sağlamaktadır. Günümüzde, tarihi yapıların korunması ile ilgili çalışmalar yeni yeni yaygınlaşmaktadır. Tarihi eser niteliğindeki yapıların güçlendirilmesi ve korunmasındaki asıl amaç, bu yapıların deprem ve yapısal güvenliğini koruyarak uzun süre ayakta kalabilmelerinin sağlamaktır. Ancak, bu hayati işlemler uygulanırken tarihi yapının tarihi dokusunun bozulmaması esas olmalıdır. Son zamanlarda ülkemizdeki tarihi yapılar, deprem gibi kuvvetli yer hareketleri, sel ve son zamanlarda meydana gelen hızlı kentleşmenin olumsuz tehdidi ile karşı karşıyadır.

Tarihi eserlerin korunmasında ülkemiz, kendi himayesi altındaki büyük ölçekli kamusal yapıları özenle korumaya çalışırken, özellikle çoğu özel mülkiyette olan küçük ölçekli yapıları yasal altyapıdaki eksiklikler nedeniyle yeterince koruyamamaktadır. Bu nedenle, son zamanlarda birçok tarihi yığma yapı "yıkılmaya eğilimli" anlamına gelen "mail-i inhidam" durumunda olması nedeniyle yıkılmıştır. Hâlbuki bu yapılar, deprem güçlendirmesi yapılıp uzun süre hem yöre halkına hem de ülke turizmine hizmet verebilirlerdi. Tarihi bir yapının dayanımı, yapısal

sisteme, yapının geometrisine ve bina yapılırken kullanılan malzemenin mekanik özelliğine bağlıdır. Bu sebeple, birbirine benzeyen tarihi yapılarda sabit yükler altında farklı yapısal deformasyon ve yenilmeler meydana gelebilmektedir. Tarihi yığma yapılarda meydana gelen yenilmelerin sebepleri yapının kendi ağırlığıyla oluşan yükler, yer titreşimlerinden oluşan yükler ve diğer doğal afetlerin neden olduğu yüklerdir. Fakat tarihi bir yapının kendi ağırlığından dolayı yıkılması veya zarar görmesi çok nadir görülen bir durumdur. Tarihi yapıların zarar görmesi veya yıkılmasının asıl sebebi, doğal dış yükler, insan kaynaklı yapay yüklerdir veya diğer çevresel etkilere bağlı yapısal sorunlardır (Örmecioğlu, 2010). Literatürde, tarihi yapıların güçlendirilmesi ve yeniden kullanıma kazandırılması ile ilgili çalışmalar şu Figürde özetlenmiştir; Tarihi eserlerde, yığma duvarların, kubbelerin, tonozların ve temellerin enjeksiyon reçineleri ve ankraj sistemleriyle güçlendirilmesi ile ilgili bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada, reçinelerin basınç ve kesme-eğilme-bükülme dayanımlarının çok yüksek olduğu belirtilmiştir. Söz konusu reçinelerin reaksiyona girme süresi 30-180 saniye arasında değiştiği görülmüştür. Carbopur WF reçinesinin susuz ortamda hacimsel olarak şişmediği ve basınç dayanımları birkaç dakika içinde 800 kg/cm2 civarına ulaştığı belirtilmiştir. Carbopur S reçinesinin ise susuz ortamda da % 100-200 oranında şiştiği ve basınç dayanımı yine birkaç dakika içinde 100-300 kg/cm2 civarında gerçekleştiği belirtilmiştir. Çift komponentli reçinelerin serbest ortamlarda (havayla direk temas gibi) şişme ve köpüklenme oranı 2-6 civarında olduğu gösterilmiştir. Ancak bunların beton ve zemin gibi ortamlardaki şişme oranları 1.0-2.5 arasında olduğu belirtilmiştir. Bu reçinelerin çekme, burulma ve basınç mukavemetleri çok yüksek olduğu ispatlanmıştır (Kasapgil, 2007). Ayrıca Adana Ulucami minaresinde güçlendirme çalışması 2007 yılında yapılmıştır. Adana Ulucami Kulesindeki birbirinden ayrışmış ve kopmuş taşlar, çatlaklar çok iyi yapışan reçinelerle doldurulmuştur. Bu doldurma işlemi ile taşların genleşme nedeniyle daha fazla çatlaması, çatlaklara su sızarak içindeki malzemeyi yıkaması ve çatlakları genişletmesi önlenmiştir. Ayrıca çatlaklardaki suyun donması halinde çatlakları daha çok açması, taşın orijinal basınç mukavemetine yakın bir mukavemette takviye edilerek mukavemeti azaltacak kesit daralması ve ana çatlak yakınındaki kılcal çatlakları baştan kapatarak bu çatlakların büyümesi önlenmiştir (Kasapgil, 2007). Daha sonra Ahi Çelebi Camisinin onarımı ve güçlendirilmesi hakkında bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada düşey yükler, mesnet çökmeleri, deprem gibi etkiler nedeniyle hasar görmüş yığma kargir kubbelerin onarım ve güçlendirme yöntemleri, mesnet bölgesinde oluşturulan çekme çemberinin güçlendirmedeki etkinliği Ahi Çelebi

Camisi uygulama örneği ile verilmiştir. Yapı, düşey ve deprem yükleri etkisi altında SAP2000 yazılımı kullanılarak modellenmiştir. Dıştan çekme çemberi uygulaması, kubbede oluşan çekme gerilmelerinin önemli miktarda azalmasına ve kubbe yüzeyinde daha uygun bir gerilme dağılışına götürmüştür (Sesigür ve Çelik, 2007). Ek olarak teknik ekiplerce yıkılıp yeniden inşa edilmesi önerilmiş olan bir yapının güçlendirmesini yapılmıştır. Yapı, 1999 Doğu Marmara Depremi'nde yırtılan Arifiye fay zonuna sadece yaklaşık 7,5 km uzaklıkta bulunmaktadır. Bu çalışma sonucunda yapının güçlendirme ve onarım projesi yapılmış ve bina depremden sekiz ay sonra hizmete açılmıştır. Yapının (taban kesme kuvveti – tepe yerdeğiştirme) davranış eğrisi "hemen kullanım" düzeyinde kalmıştır (Arıoğlu ve diğ. 2007). Ayrıca Urla Eski Tekel Binasının (Arditi Köşkü) yangın öncesi durumu ve yapının güçlendirilmesi ile ilgili bir çalışma yapılmıştır. Yangın öncesinde yapının dış duvarları ayakta olmakla beraber yer yer yapıda göçme ve çürümeler olduğu tespit edilmiştir. Yapılan incelemeler, yapının özellikle sismik etkiler altında yetersizlikler içerdiğini ve yapısal sistemin karmaşıklığı sebebiyle basit müdahalelerin işe yaramayacağını göstermiştir. Bu sebeple belirli seviyede sismik güvenlik sağlayacak ve yapının mimari miras değerlerine mümkün olan en az etkiyi yapacak, taşıyıcı sistem müdahalelerinin gerçekleştirilmesi gerektiğine karar verilmiştir. Sismik iyileştirmeyi etkin bir seviyeye çıkarabilmek için hem eleman bazında hem de sistem bazında müdahaleler öngörülmüş ve detaylandırılmıştır (Aydın ve diğ. 2015). Tarihi köprülerin restorasyonları kapsamında yürütülen yapısal analiz çalışmaları ve sonuçlarını detaylı olarak sunulmuştur. Çalışmada, söz konusu araştırmaların yapılmadığı/yetersiz olduğu durumlarda restorasyon sonrası yapıda tekrar hasarlar meydana gelebileceği ispatlanmıştır. Yapı ve zemin ile ilgili tespitler tarihi köprülerin taşıyıcı sistemlerinin yanı sıra temellerinde ve üzerinde bulundukları dere yataklarında yapılacak iyileştirme çalışmalarına ilişkin belirlenen tekniklerin de desteklenmesi açısından önem arz etmekte olduğu belirtilmiştir (Sert ve Partal, 2015). Ölçekli yığma taş kemer köprü modelinin dinamik davranışını deneysel ve analitik olarak incelenmiştir. Bu çalışmada, uygulamalarda sıklıkla karşılaşılan bir taş kemer köprünün laboratuvar ortamında oluşturulmuş 1/10 ölçekli modelinin dinamik davranışı deneysel olarak incelenmiştir. Çevresel titreşim testi kullanılarak gerçekleştirilen modelin ilk altı frekansı, mod şekli ve modal sönüm oranı belirlenmiştir. Ölçüm sırasında modele zarar vermemek amacıyla ilave titreştirici kullanılmadan çevreden gelen titreşimler altında köprü davranışı tek eksenli sismik ivmeölçerler ile belirlenmiştir. SAP2000 programında üç boyutlu katı elemanlar kullanılarak oluşturulan model üzerinde modal analiz gerçekleştirilerek

dinamik karakteristikler analitik olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda, deneysel olarak elde edilen dinamik karakteristikler ile analitik sonuçlar karşılaştırılmış ve farklılıklar ortaya konulmuştur (Türker ve diğ. 2015). Daha sonra tarihi Malabadi Köprüsü'nde yürütülen restorasyon-konservasyon çalışmaları hakkında bir çalışma yapılmıştır. Diyarbakır ili, Batman Suyu üzerinde, Artuklular Döneminde inşa edilmiş, 40.86m açıklığındaki sivri ana kemeri ile dünyanın günümüze ulaşan en büyük kemer açıklığına sahip taş kemer köprüsü olan Tarihi Malabadi Köprüsü'nde, 2009-2013 yılları arasında Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen restorasyon-konservasyon çalışmaları detaylı olarak anlatılmıştır. Güçlendirmenin önemi bu çalışma ile belirtilmiştir (Sert ve Yılmaz, 2015). Tunceli ilinin Çemişgezek ilçesindeki Tağar çayı üzerinde bulunan tarihi Tağar köprüsünün doğrusal ve doğrusal olmayan sismik analizleri yapılmıştır. Bu amaçla köprü üç boyutlu sonlu elemanlarla modellenmiştir. Sismik etki olarak Erzincan depreminin ivme kayıtları dikkate alınmıştır. Analizlerde ANSYS sonlu eleman programı kullanılmıştır. Analizden elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak köprünün sismik davranışı incelenmiştir (Onat ve Sayın, 2015). Tarihi yapılarda taşıyıcı sistem özellikleri, hasarlar, onarım ve güçlendirme teknikleri hakkında bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada, geçmişten günümüze koruma kavramının nasıl algılandığı ve ne gibi adımların atıldığı ve tarihi yapı türleri, tarihi yapılarda kullanılan malzeme ve özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca tarihi yapıyı oluşturan taşıyıcı sistem özellikleri, bu yapılarda meydana gelen hasarlar ve günümüzde uygulanan hasar tespit yöntemleri, yığma kargir binaların deprem yönetmeliğinde belirtilen koşullar çerçevesinde deprem güvenliğinin incelenmesi ve tarihi yapılarda uygulanan onarım ve güçlendirme teknikleri hakkında detaylı bilgiler sunulmuştur (Mahrebel, 2006). Literatürdeki çalışmalardan da görüldüğü gibi, geçmişte tarihi yapılarla ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Fakat turizm açısından önem arz eden ve halkın sıkça kullandığı bir mekân olan sinema salonlarının 2018 Türk deprem yönetmeliği göz önünde bulundurularak güçlendirilmesi ve deprem performansı ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, ülke turizmi için önemli olan tarihi sinema salonunun uzun süre ayakta kalabilmesi için deprem güçlendirmelerinin yapılması ve deprem performanslarının değerlendirilmesidir. Bu amaçla, analizler ve değerlendirmeler için 1933 yılında inşa edilen tarihi sinema salonu seçilmiştir. Bu sinema salonu, Zonguldak ve ülkemiz turizmi için çok önemlidir ve bu yapının ömrünün uzatılması hayati önem arz etmektedir. Bu sebeple, bu çalışma literatüre ve ülke turizmine önemli katkılar vermektedir.

ROMBAKİ TARİHİ YIĞMA BİNA HAKKINDA GENEL BİLGİLER

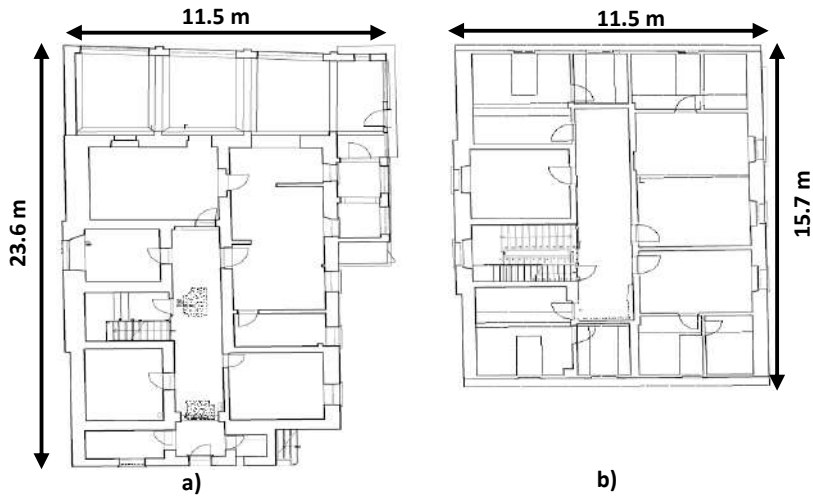
Cumhuriyetin ilanından sonra Zonguldak ili ekonomik olarak büyük yatırımların yapıldığı bir il olmuştur. İş adamlarının ve ülkemizin yaptığı yatırımlar sonucunda Zonguldak Türkiye'nin en fazla nüfusu olan illerden biri haline gelmiştir. Rombaki yığma konağı, 1941 yılında Cumhuriyetin ilanından sonra Zonguldak Üzülmez 'de inşa edilmiş tarihi bir yapı olup çok uzun süre ülkemizin turizmine hizmet etmiştir. Bu çalışmaya konu olan Rombaki yığma konağı Cumhuriyetin ilanından sonra Zonguldak'a bırakılmış en büyük tarihi miraslardan biridir (Figür 1). 1950'li yıllarda bu konakta o dönemin zengin iş adamları yaşamaktaydı. Konağın etrafında olabildiğince yeşil yaşam alanları mevcuttur. Bu yeşil alanlar, o dönemlerde yeşile ve doğaya ne kadar önem verildiğinin göstergesidir. Bina, Zonguldak merkeze 2 km uzaklıkta olup şehrin turizmi açısından hayati öneme sahiptir. 1970'lı yıllarda binanın dış kısmı tadilatla onarılıp şu anki haline dönüştürülmüştür. Ancak, 1941 yılından beri yapının taşıyıcılarına herhangi müdahale yapılmamıştır. Bu sebeple yapının yeterince yorulduğu ve daha uzun süre ayakta kalabilmesi için tadilat gereksinimine ihtiyaç olduğu düşünülmüştür. Bu konak, yığma bir yapı olup dış kısmı kalın taş duvarlardan inşa edilmiştir. Yapıda, yaklaşık 1 metreye yakın kalınlıkta dış duvarlar mevcut olup döşemelerinin tamamı ahşaptan yapılmıştır. En alt katı bodrum kattır ve o dönemde bu kat çamaşırhane olarak kullanılmıştır. Zemin kat ile bodrum kat planları birbirinin aynısıdır (Figür 2a-2b). Bodrum katın üzerinde toplam 3 kat bulunmaktadır. Her katın geometrik yapıları birbirinden farklıdır. En üst kata küçük bir çatı katı yapılmıştır. Fakat çatı katı her kattan küçüktür ve çatı tamamen ahşaptan yapılmıştır. Figür 3, 4 ve 5'de sırasıyla yapının ortadan, arkadan ve önden görünümleri detaylı olarak sunulmuştur.

Figür 1. Tarihi yığma yapının genel görüntüleri.

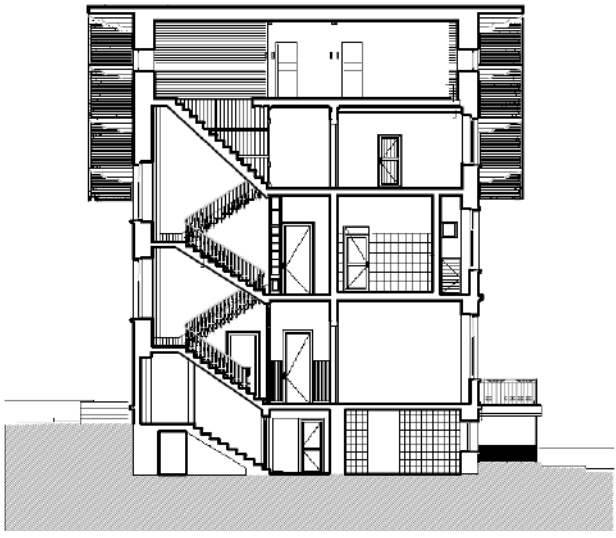




Figür 2. a) Bodrum ve zemin katının planı, b) 1. ve 2. katın planı.



Figür 3. Konağın ortadan en kritik kesitinin rölevesi.



Figür 4. Konağın arkadan rölevesi.



Figür 5. Konağın önden rölevesi.



TARİHİ ROMBAKİ KONAĞININ ÜÇ BOYUTLU MODELLENMESİ

Tarihi binalar, ülke turizmi için büyük öneme sahip değerlerimizdir. Bu sebeple bu yapıların modellenip mevcut durumunun tahlil edilmesi, yapının geleceği hakkında fikir elde etmek için büyük önem arz etmektedir. Bu bölümde, tarihi rombaki yığma yapısının üç boyutlu modellenmesi detaylı olarak sunulmuştur. Modelleme yapılırken ilk olarak daha binanın önce çıkarılan rölevesi detaylı olarak incelenmiştir. İnceleme sonucunda binanın dayanımı için büyük önem arz eden duvar ve döşemelerin yerleri belirlenmiştir ve hatıl, pencere, kapı gibi yığma yapılar için önemli detayların model içerisindeki konumları detaylı olarak tespit edilmiştir. Bodrum kat duvarlarının diğer katlardaki duvarlara göre daha büyük kalınlıkta imal edildiği gözlemlenmiştir. Bunun nedeni bodrum kata etkiyen deprem kuvvetlerinin diğer katlara göre daha fazla gelmesidir. Bu sonuç, bina oluşturulurken ne kadar özen ve dikkat gösterildiğinin göstergesidir. Rombaki yığma yapısının genel özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur. Tablo 1'e göre bodrum katın kat yüksekliği 240 cm'dir. Zemin kat, 1. ve 2. katın kat yükseklikleri sırasıyla 372 cm, 362 cm ve 308 cm'dir. Bodrum ve zemin katların duvar sayıları sırasıyla 28 ve 45'dir. Ayrıca 1. ve 2. katıların duvar sayıları sırasıyla 30 ve 23'dür. Bodrum ve zemin katın döşeme sayısı 8'dir. 1. ve 2. katların döşeme sayıları ise

sırasıyla 6 ve 9'dur. Binada düşey hatıl bulunmamaktadır. Ancak normal hatıl sayısı bodrum katta 9 zemin katta ise 11'dir. Buna ek olarak 1. ve 2. katlarda sırasıyla 7 ve 5 adet normal hatıl bulunmaktadır. Ayrıca bodrum kat, zemin kat, 1. ve 2. katlarda sırasıyla 9, 11, 7 ve 5 adet kapı bulunmaktadır. Bodrum katta hiç pencere bulunmamaktadır. Çünkü bu kat normal yer seviyesinden aşağıdadır. Zemin kat, 1. ve 2. katlarda sırasıyla 16, 16 ve 5 adet pencere bulunmaktadır. Modelleme yapılırken ilk olarak temel kısmı oluşturulmuştur. Bina incelemesi sırasında yapı temelinin sürekli temel olduğu gözlemlenmiştir. Temel modellenirken sürekli temel olarak modelleme yapılmıştır ve her bir taşıyıcı duvarın altına binaya uygun ve projeye uygun temeller tanımlanmıştır. Daha sonra bodrum kat modellenmiştir. Bodrum kattaki dış duvarlar 1 metre kalınlıktadırlar ve bu kalın duvarlar binanın mukavemetini artırmaktadır. Ayrıca iç duvarlar ortalama 40 cm kalınlıktadır. Her bir duvar bina projesine uygun olarak modellenmiştir. Pencere ve kapılar da ayrıca üç boyutlu model içerisinde ayrıntılı olarak modellenmiştir. Pencere ve kapıların yerden yükseklilerinin gerçek yapıdaki ile aynı olmasına özen gösterilmiştir.

Figür 6. Konağın 3 boyutlu modellenmiş hali; a) önden görünüş b) arkadan görünüş.



a) **b)**

Bodrum katın yerden yüksekliği 2.4 metredir. Zemin kat ve diğer katlar ise projeyle bire bir modellenmiştir. Çatı duvarlarına, projeye uygun olarak kenarlardan eğimler verilmiştir. Bu eğim, çatı katında bulunan tüm duvar, pencere ve kapılara da verilmiştir. Tarihi Rombaki konağının üç boyutlu modellenmiş hali Figür 6'da verilmiştir.

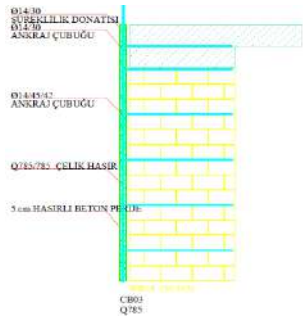
Tablo 1. Bina genel özellikleri.

Kat İsmi	Bodrum	Zemin	1.Kat	2.Kat
Kat İndisi	B	Z	1	2
Kat Yüksekliği	240	372	362	308
Kattaki Duvar Sayısı	28	45	30	23
Döşeme Sayısı	8	8	6	9
Düşey Hatıl Sayısı	0	0	0	0
Hatıl Sayısı	9	11	7	5
Kapı Sayısı	9	11	7	5
Pencere Sayısı	0	16	16	5
Manto Sayısı	0	0	0	0

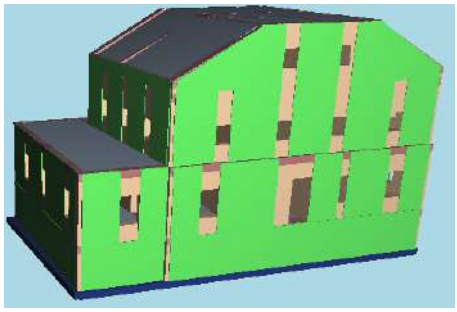
PERFORMANS ANALİZİ SONUÇLARI

Binanın mevcut durumu için performans analizi gerçekleştirildikten sonra güçlendirme yapılması gereken yerler tespit edilmiştir. Bu tespit sonucunda binanın dış duvarlarının çoğunun mantolama yapılması gerektiğine karar verilmiştir. Bu mantolama işlemi sürekli donatı, ankraj çubuğu, çelik hasır ve beton malzemeleri ile gerçekleştirilmiştir. Mantolama işlemi sırasında tarihi yapının dokusuna zarar verilmemesine dikkat edilmiştir. Kalın mantolama yerine yapıya en az hasar verecek manto kalınlığı seçilmiştir. Rombaki yığma yapısına yapılan manto örneği Figür 7'de detaylı olarak gösterilmiştir. Yapıya yerleştirilen ankraj çubuklarının olabildiğince küçük ve az sayıda olmasına dikkat edilmiştir. Mantolama işlemi ilk olarak binanın dış duvarlarından başlanmıştır. Kalın duvarlara mantolama yapılırken pencere ve hatıllara dikkat edilmiştir. Her bir pencerenin mantolama sırasında hasar görmemesi ve pencerenin kapanmaması bu çalışma için öncelik olmuştur. Figür 8'da ise binanın mantolanmış 3 boyutlu görünümü sunulmuştur. Binanın 2. katı çatı eğimine uygun olarak mantolanmıştır. Her bir mantolama işlemi bu eğim kuralarına uyularak gerçekleştirilmiştir.

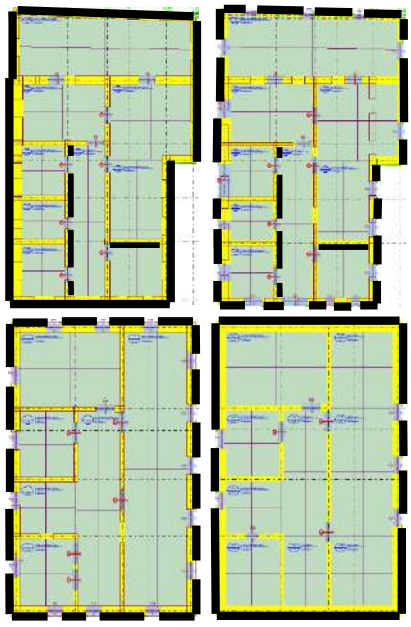
Figür 7. Mantolanmış duvar örneği.



Figür 8. Mantolanmış konağın 3 boyutlu hali.



Figür 9. Konağın performans analizine göre mantolama durumu.



Binanın duvarlarının mantolanmış hali ise Figür 9'da detaylı olarak sunulmuştur. Siyah gösterilen çizgiler mantolamanın yapıldığı yerleri temsil etmektedir. Her bir manto için ayrı bir siyah çizgi çizilmiştir ve her bir kat için ayrı ayrı gösterilmiştir. Pencerelerin mantolama sırasında nasıl korunduğu Figür 9'da görülmektedir. İlk olarak analizler binanın dış duvarlarının mantolanmış haliyle yapılmıştır. Sadece dış taşıyıcı duvarların mantolanmasından dolayı analiz sonucunda iç duvarların bir kısmının yakın gelecekte yenilmeye uğrayacağı gözlemlenmiştir. Daha sonra yenilme yaşanan iç duvarların bir kısmına da mantolama yapılarak binanın tamamının gelecekte emniyetle ayakta kalması sağlanmış oldu. Bu çalışmada mantolamanın tarihi yapıların emniyetine katısına ek olarak tarihi dokusunu bozmak gibi bir dezavantajının olması da göz önünde bulundurulmuştur. Bu sebeple bu çalışmada tarihi dokunun korunması ilk öncelik olmuştur. Mantolama sonrası binanın genel durumu Tablo 2'de sunulmuştur. Tablo 2'e göre bodrum katında toplam 16 duvara manto yapılmıştır. Bu sayı zemin katında 36'ya çıkmıştır. 1. ve 2. katlarda ise mantolanmış duvar sayısı sırasıyla 23 ve 12'dir. Binaya mantolama yapılırken beton cinsi olarak C25 betonu kullanılmıştır. Tablo 2 incelendiğinde mevcut duvarların birim hacim ağırlıklarının 1500 kg/m^3 olduğu görülmektedir. Ayrıca duvar çatlama emniyet gerilmesi 0.25 MPa olduğu tespit edilmiştir. Duvarların elastisite modüllerinin ise 800 MPa olduğu saptanmıştır. Tablo 3'da ise devrilme momenti kontrolü yapılmıştır. Tabloya göre katlara depremden dolayı etkiyen kuvvet bodrum katı için 39.27 tondur. Zemin kat için ise bu değer 126.13 tondur. Ayrıca katlara depremden dolayı etkiyen kuvvet 1. ve 2. kat için sırasıyla 117.57 ton ve 108.65 tondur. Bu değerlerden de görüldüğü gibi en fazla deprem kuvveti zemin kata gelmiştir. Devrilme emniyet hesabı aşağıdaki Formül 6'ya göre hesaplanmıştır. Kontroller ise Formül 7, 8, 9 ve 10'a göre yapılmıştır.

$$Mo = \sum (Vi * Hi) \tag{6}$$

$$Mo < Mao + X \tag{7}$$

$$Mo < Mao - X \tag{8}$$

$$Mo < Mao + Y \tag{9}$$

$$Mo < Mao - Y \tag{10}$$

Bu denklemlere göre binada mantolandıktan sonra devrilmeye karşı oluşan moment her kat için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu değer bodrum katı için +X yönünde 3614.82 tm'dir. Ayrıca devrilmeye karşı oluşan moment zemin kat için 4557.33 tm'dir. Bu değer 1. ve 2. kat için +X yönünde sırasıyla 2722.44 tm ve 1906.17 tm'dir. Tam tersi yönde yani –X yönünde bodrum katta devrilmeye karşı oluşan moment 2769.84 tm'dir. Aynı yönde bu değer zemin kat için 3485.33 tm'dir. 1. ve 2. kat için ise sırasıyla 1988.06 tm ve 1401.14 tm'dir. Bu değerlere göre +X ve –X yönlerinde devrilmeye karşı koyan en büyük moment zemin katta meydana gelmiştir. Ayrıca +Y yönünde bu moment değeri bodrum kat için 4448 tm'dir. Zemin kat için ise 5613.38 tm'dir (Tablo 3). Bu moment değeri 1. ve 2. katlar için ise sırasıyla 2636.77 tm ve 1818.85 tm'dir. Tam tersi yönde yani –Y yönünde ise bodrum katta 4600 tm devrilmeye karşı moment meydana gelmiştir. Ayrıca zemin katta ise 5784.25 tm moment oluşmuştur. Son olarak 1. ve 2. katta 4038.7 tm ve 2868.1 tm momentler meydana gelmiştir. 4 yön birbiri ile karşılaştırıldığında en fazla devrilmeye karşı koyan momentin –Y yönünde meydana geldiği gözlemlenmiştir (Tablo 3). Tablo 4'de ise depremden dolayı katlara gelen kesme kuvvetleri tablo halinde sunulmuştur. Bu tabloya göre bodrum kata 403.73 tonluk bir kuvvet etki etmektedir. Ayrıca bu kuvvet değeri zemin katta 364.46 tondur. 1. ve 2. katlarda ise depremden dolayı katlara gelen kesme kuvveti değerleri 238.33 ton ve 120.76 tondur. Bu değerler hem X hem de Y yönü için de geçerlidir. Tablo 5'de binanın mantolama işlemi yapıldıktan sonraki performans sonuçları sunulmuştur. Bu performans sonuçları binanın mevcut durumu ile karşılaştırıldığında, mevcut durumdaki kapasitesi yetersiz duvarların ve kesme emniyetini sağlamayan duvarların mantolama işleminden sonra yeterli hale geldikleri görülmektedir. Bu sonuç ile mantolama işleminin binanın servis ömrünü uzattığı kanıtlanmıştır. Figür 10'de binanın mevcut durumu ile güçlendirilmiş durumu arasında grafiksel olarak karşılaştırma yapılmıştır. +X, -X, +Y ve –Y yönleri için oluşturulan grafiklere göre mantolama işleminden sonra devrilmeye karşı koyan momentin açık bir Figürde arttığı görülmektedir. Yükseklik boyunca her katta moment değerleri farklıdır ve en çok devrilme momentine karşı koyan moment zemin kat seviyesinde meydana gelmiştir. Ayrıca depremden dolayı katlara gelen kesme kuvveti-kat yüksekliği grafiği binanın mevcut durumu ve güçlendirme sonrası durumu için karşılaştırmalı olarak Figür 11'de sunulmuştur. Bu grafiğe göre mantolama işleminden sonra katlara gelen kesme kuvveti değerleri bariz bir Figürde artmıştır.

Tablo 2. Binanın Genel Durumu.

Kat İsmi	Kat İndisi	Kat Yüksekliği	Hareketli Yük Katılım Katsayısı	Kattaki Duvar Sayısı	Döşeme Sayısı	Düşey Hatıl Sayısı	Hatıl Sayısı	Kapı Sayısı	Pencere Sayısı	Manto Sayısı
Bodrum	B	240	0.3	28	8	0	9	9	0	16
Zemin	Z	372	0.3	45	8	0	25	11	16	36
1.Kat	1	362	0.3	30	6	0	21	7	16	23
2.Kat	2	308	0.3	23	9	0	10	5	5	12
Duvarların Birim hacim Ağırlıkları (kg/m^3): 1500 **Duvar Çatlama Emniyet Gerilmesi (MPa): 0.25** **Elastisite Modülü (MPa): 800**										

Tablo 3. Devrilme Momenti Kontrolü Tablosu.

Devrilme Momenti Kontrolü												
Kat Adı	Vi (t)	YY (cm)	VHi	KatG	HYKK	KatQ	KMX	KMY	Mao+X	Mao-X	Mao+Y	Mao-Y
Bodrum	39.27	240	94.24	437.71	0.3	53.89	5.78	11.26	3614.82	2769.84	4448	4600
Zemin	126.13	612	771.92	555.57	0.3	53.89	5.77	11.24	4557.33	3485.33	5613.38	5784.25
1.Kat	117.57	974	1145.12	323.43	0.3	38.1	5.6	13.4	2722.44	1988.06	2636.77	4038.7
2.Kat	108.65	1282	1392.9	223.68	0.3	38.1	5.62	13.55	1906.17	1401.14	1818.85	2868.1
Toplam	403.73		3404.17						12800.77	9644.38	14517	17291.06

Devrilme Momenti Kontrolü: $Mo = \sum (Vi * Hi)$ **; Mo: Devirmeye Çalışan Moment (Tüm Yönlerde Aynı),** $\sum Mao$ **: Devrilmeye Karşı Koyan Moment**

$Mo < Mao + X$ **, +X Yönünde Devrilme Momenti Kontrolü Sağlanmıştır.**

$Mo < Mao - X$ **, -X Yönünde Devrilme Momenti Kontrolü Sağlanmıştır.**

$Mo < Mao + Y$ **, +Y Yönünde Devrilme Momenti Kontrolü Sağlanmıştır.**

$Mo < Mao - Y$ **, -Y Yönünde Devrilme Momenti Kontrolü Sağlanmıştır.**

Kullanılan Simgeler

Vi: Katlara Depremden Dolayı Etkiyen Kuvvet.
YYi: Yerden Yükseklik.
HYKK: Hareketli Yük Katılım Katsayısı.
KMX: Kütle Merkezi X ordinatı.
KMY: Kütle Merkezi Y Ordinati.

Tablo 4. Depremden Dolayı Katlara Gelen Kesme Kuvveti.

Depremden Dolayı Katlara Gelen Kesme Kuvveti											
Kat Adı	**WG (t)**	**HYKK**	**WQ (t)**	**Wi**	**Hi**	**Wi*Hi**	**Wi*Hi/ $\sum$Wi*Hi**	**ViX (t)**	**ViY (t)**	**QiX (t)**	**QiY (t)**
Bodrum	437.71	0.3	53.89	453.88	240	1089.3	0.1	39.27	39.27	403.73	403.73
Zemin	555.57	0.3	53.89	571.74	612	3499.05	0.32	126.13	126.13	364.46	364.46
1.Kat	323.43	0.3	38.1	334.86	974	3261.56	0.3	117.57	117.57	238.33	238.33
2.Kat	223.68	0.3	38.1	235.11	1282	3014.13	0.28	108.65	108.65	120.76	120.76
Toplam	1540.4			1595.39		10864.0	1	403.73	403.73		

Kullanılan Simgeler

WG: Katın Ölü Yük Toplamı (t).
HTKK: Hareketli Yük Katılım Katsayısı.
WQ: Katın Hareketli Yük Toplamı.
Wi: Katın Deprem Etkisi Hesabında Kullanılan Yük Toplamı.
Hi: Kat Üst Döşeme Üstünün Temel Üstünden Mesafesi.
Vi: Katlara Depremden dolayı Kat Hizalarında Etkiyen Kuvvet.
Qi: Katlara Depremden Dolayı Etkiyen Kesme Kuvveti.

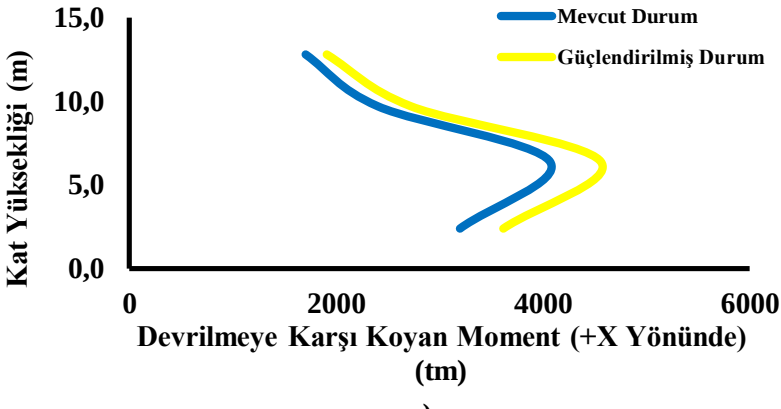
Tablo 5. Performans Değerlendirmesi.

Performans Değerlendirmesi												
Kat Adı	**Deprem Yönü**	**Qi (ton)**	**e (m)**	**Mbi (tm)**	$\sum Vr$ **(duvar) (ton)**	$\sum Wa$	$\sum Wn$	$\sum Yetersiz$ **Wn**	$\sum WL$	$\sum Yetersiz$ **Vr (ton)**	$\sum Yetersiz$ **Ve (ton)**	**Yetersiz** $\sum Ve/Qi$ **(ton)**
Bodrum Kat	+X	403.73	0.22	-60.61	610.78	29.79	11	0	61.09	0	0	0
	-X			-60.61							0	0
	+Y	403.73	-0.15	90.82	895.96	40.24	16	0	69.05	0	0	0
	-Y			90.82							0	0
Zemin Kat	+X	364.46	0.72	-627.0	601.31	25.8	15	0	53.44	0	0	0
	-X			-627.0							0	0
	+Y	364.46	-1.72	262.9	701.09	31.03	22	0	56.24	0	0	0
	-Y			262.9							0	0
1.Kat	+X	238.33	-0.17	-12.28	353.63	15.22	12	0	33.23	0	0	0
	-X			-12.28							0	0
	+Y	238.33	-0.05	-39.82	292.19	19.97	18	0	44.84	0	0	0
	-Y			-39.82							0	0
2.Kat	+X	120.76	0	-22.14	285.38	18.55	7	0	38.33	0	0	0
	-X			-22.14							0	0
	+Y	120.76	-0.18	0.44	378.19	23.3	14	0	52.53	0	0	0
	-Y			0.44							0	0

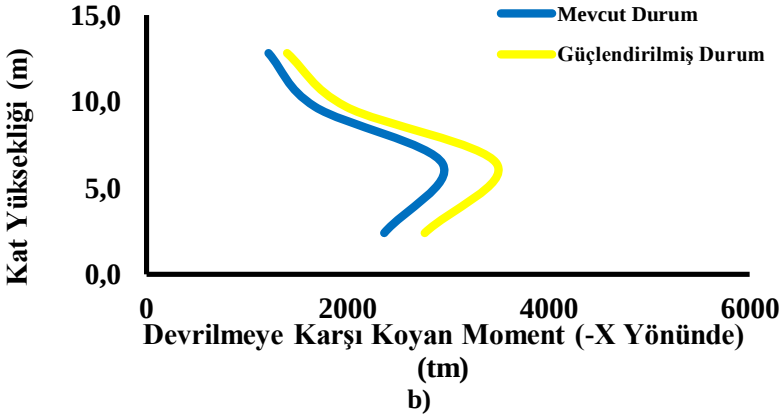
Kullanılan Simgeler

Qi: Kata Etkiyen Deprem Kuvveti (Ton). e: Kat Kütle Merkezi ile Rijitlik Merkezi Arasındaki Mesafe İzdüşüm Uzunluğu (m). Mbi: Kat Burulma Momenti (tm). Vr (duvar): Duvar Kesme Kuvveti Taşıma Kapasitesi (ton). $\sum Wa$: Kattaki İlgili Yönde Duvar Alanı Bileşeni (m^2). $\sum Wn$: Kattaki İlgili Yönde Duvar Sayısı (adet). $\sum Yetersiz$ Wn: Kesme Kapasitesi Yetersiz Duvar Sayısı (adet). $\sum WL$: Kattaki İlgili Yöndeki Duvar Uzunluğu Toplamı (m). $\sum Yetersiz$ Vr: Kapasitesi Yetersiz Duvarların Kesme Kuvveti Toplamı (ton). $\sum Yetersiz$ Ve: Kapasitesi Yetersiz Duvarlara Gelen Toplam Kesme Kuvveti (ton).Yetersiz $\sum Ve/Qi$: Dayanımı Yetersiz Duvarların Kat Kesme Kuvvetine Katkısı.

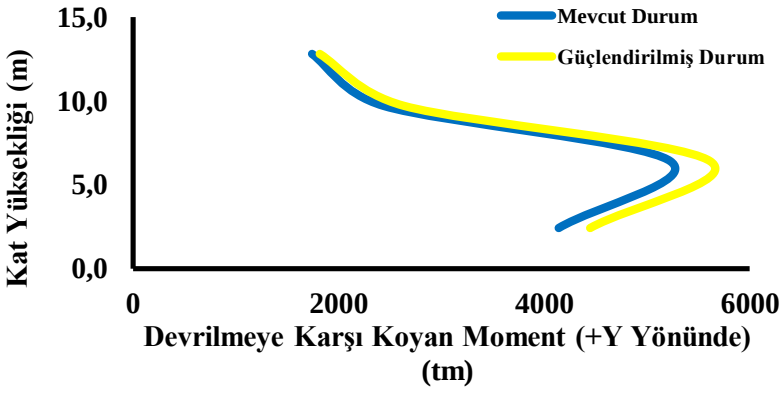
Figür 10. Devrilmeye karşı koyan moment-kat yüksekliği grafikleri a) +X yönünde b) –X yönünde c) +Y yönünde d) –Y yönünde



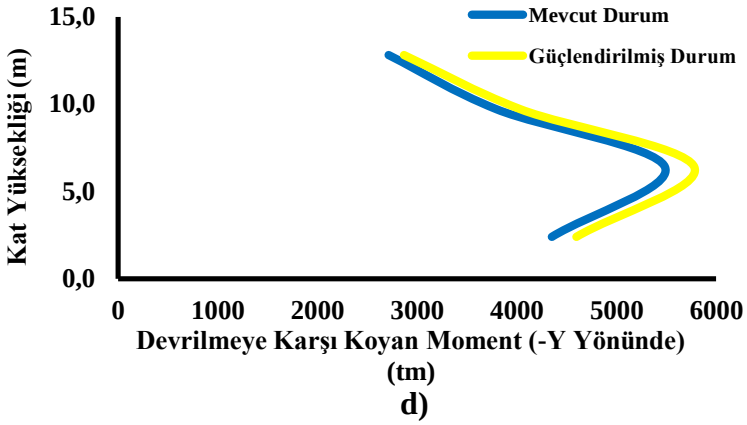
a)



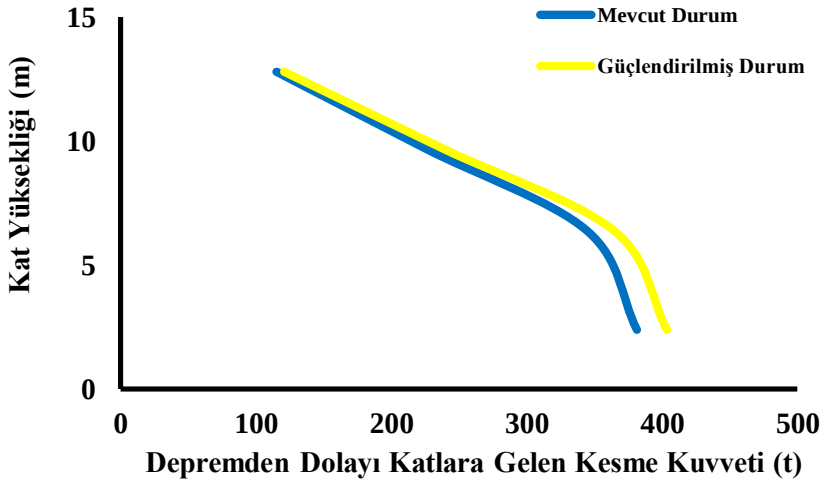
b)



c)



Figür 11. Depremden Dolayı Katlara Gelen Kesme Kuvveti-Kat yüksekliği grafiği.



SONUÇLAR

Bu çalışmada, tarihi yığma yapıların güvenliği ve servis ömürleri için mantolama-güçlendirme işleminin ne kadar önemli olduğunun anlaşılması ve gösterilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Rombaki tarihi ahşap yapısı bu çalışmada 3 boyutlu modelleme için seçilmiştir. Bina modellendikten sonra binanın mevcut durumu analiz edilmiştir. Daha sonra binanın belirli kısımlarına mantolama yaparak binanın uzun süre ayakta kalması sağlanmıştır. Yapılan analiz sonuçları göz önüne alınarak aşağıda belirtilen önerilerin dikkate alınması faydalı olacaktır.

- Tarihi yığma yapıların güçlendirme mantoları ile sağlamlaştırılması bu yapıların uzun ömürlü olmaları için çok büyük önem arz etmektedir. Ancak bu mantolama işlemi sırasında manto kalınlıklarının ve kullanılan mantonun yerinin binanın tarihi

dokusuna zarar vermemesine çok dikkat edilmelidir. Aksi takdirde ülke turizmi için büyük öneme sahip olan bu yapılar çok büyük hasarlar alabilmektedir.

- Tarihi yapıların güçlendirilmesi sırasında mantoların rastgele değil 3 boyutlu modelleme sonucunda hasarlı bölgeler göz önünde bulundurularak yapılmasına özen gösterilmelidir.
- Binanın mevcut durumu ile mantolama sonrası durumu karşılaştırıldığında devrilmeye karşı koyan momentlerin tüm katlar için güçlendirme sonrasında daha fazla olduğu açıkça gözlemlenmiştir. Bu sonuç, mantolama işleminin tarihi yapıların tarihi dokularına zarar vermeden yapıldığında ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca devrilmeye karşı koyan moment diğer katlara oranla en fazla zemin kattaki duvarlarda meydana gelmiştir.
- Depremden dolayı katlara gelen kesme kuvveti mantolama işleminden sonra her kat için –X, +X, -Y, +Y yönlerinde artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu sonuç, mantolama işleminden sonra depremden sonra yığma yapılara daha fazla kesme kuvveti geldiğinin bir kanıtıdır.
- Mantolama ve güçlendirme işlemleri yeni 2018 Türk deprem yönetmeliğine göre yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada, bu yönetmeliğe uyularak mantolama işlemleri yapılmıştır ve bu çalışmada, bundan sonra tarihi yapılara güçlendirme yapılırken eski deprem yönetmeliğine uyulmaması gerektiği ve bu yeni yönetmeliğe uyulması gerektiği önerilmektedir.

Kaynaklar

1. Arıoğlu E., Anadol K., Arıoğlu A.Ü., 2007. Uluslararası Deprem Mühendisliği Açısından Önemli Bir Olgu ve Kayıp: "Güçlendirilmiş Adapazarı Vilayet Binası". Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 27-29 Eylül 2007, s.241-254.
2. Aydın A.P., Kul F.N., Dönmez C., Erberik A., 2015. Urla Eski Tekel Binası (Arditi Köşkü): Yangın Öncesi Durum ve Yapısal İyileştirme-Güçlendirme Kararları, 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 1-3 Ekim 2015, s.13-28.
3. Kasapgil M.E., 2007. Eski Eserlerde, Yığma Duvarların, Kubbelerin, Tonozların ve Temellerin Enjeksiyon Reçineleri ve Ankraj Sistemleriyle Güçlendirilmesi. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve

Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 27-29 Eylül 2007, s.215-218.
4. Kasapgil M.E., 2007. Adana Ulucami Minaresi Güçlendirme Çalışması. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 27-29 Eylül 2007, s.219-224.
5. Mahrebel H.A., 2006. Tarihi Yapılarda Taşıyıcı Sistem Özellikleri, Hasarlar, Onarım Ve Güçlendirme Teknikleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2006.
6. Onat O., Sayın E., 2015. Tarihi Tağar Köprüsünün Doğrusal Olmayan Sismik Analizi. 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 1-3 Ekim 2015, s.301-311.
7. Örmecioğlu H.T., 2010. Tarihi Yapıların Yapısal Güçlendirilmesinde Ana İlkeler ve Yaklaşımlar. Politeknik Dergisi 13(3): 233-237.
8. Sert H., Yılmaz S., 2015. Tarihi Malabadi (Batman Su) Köprüsü'nde Yürütülen Restorasyon-Konservasyon Çalışmaları. 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 1-3 Ekim 2015, s.143-153.
9. Sert H., Partal E.M., 2015. Tarihi Köprülerin Restorasyonları Kapsamında Yürütülen Yapısal Analiz Çalışmaları ve Sonuçları. 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 1-3 Ekim 2015, s.83-97.
10. Sesigür H., Çelik O.C., 2007. Ahi Çelebi Camisinin Onarımı ve Güçlendirilmesi. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 27-29 Eylül 2007, s.231-238.
11. Türker T., Bayraktar A., Kocaman İ., Çoruhlu B., 2015. Ölçekli Yığma Taş Kemer Köprü Modelinin Dinamik Davranışının Deneysel ve Analitik Olarak İncelenmesi. 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 1-3 Ekim 2015, s.113-126.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

SODYUM SİLİKAT KATKILI SÜPER İNCE TANELİ ÇİMENTO ENJEKSİYONUNUN REOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Rheological Properties of Sodium Silicate mixed Superfine Cement Grout

Eyubhan Avci [1] & Emre Deveci [2*] & Aydın Gökçe [3,]

1 (Doç. Dr.); Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bursa-Turkiye, eyubhanavci@gmail.com
2 (Arş. Gör.); Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bursa-Turkiye, emre.deveci@btu.edu.tr*
3 (Öğr. Gör.); Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara-Turkiye, agokce@gazi.edu.tr

Öz: Bu deneysel çalışmada enjeksiyon deneylerinde kullanılacak farklı su/çimento oranlarında hazırlanmış sodyum silikat katkılı süper ince taneli çimento süspansiyonunun reolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneylerde cüruf kökenli Spinor A6 çimentosu ile yerli üretim sodyum silikat kullanılmıştır. Reolojik özellik belirleme deneyleri kapsamında su/çimento (s/ç) oranı 0,8, 1,0, 1,5, 2,0 ve 2,5 olan sodyum silikat katkılı süper ince taneli çimento süspansiyonları üzerinde sedimantasyon, vicat iğnesi ve viskozite deneyleri yapılmıştır. Deneylerde süper ince taneli çimento süspansiyonu içine çimento ağırlığının %1, %3 ve %5 oranında sodyum silikat katılmıştır. Süper ince taneli çimento süspansiyonu içine sodyum silikat katılması ile süspansiyonun sedimantasyon yüzdesi azalırken viskozite değerleri artmıştır. Süspansiyon içine sodyum silikat katılması ile süspansiyonun priz başlangıç ve priz bitiş süreleri kısalmıştır. Deneysel çalışmalar süper ince taneli çimento içine sodyum silikat katılmasının süspansiyonun reolojik özelliklerini etkilediği göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Süper ince taneli çimento, Sodyum silikat, Sedimentasyon, Priz süresi, Viskozite

Abstract: In this experimental study, it was aimed to determine the rheological properties of sodium silicate mixed superfine cement suspension prepared in different water / cement ratios to be used in grout experiments. Spinor A6 cement with slag based was used in the experiments and local production sodium silicate was used. In the rheological property determination tests, sedimentation, vicat needle and viscosity tests were performed on sodium silicate mixed superfine cement suspensions having a water / cement ratio of 0.8; 1.0; 1.5, 2.0 and 2.5. In the experiments, 1%, 3% and 5% by weight of sodium silicate was added to the superfine cement suspension. With the addition of sodium silicate into the super fine cement suspension, the percentage of sedimentation of the suspension decreased while the viscosity values increased. With the addition of sodium silicate into the suspension, the setting time of the suspension was shortened. Experimental studies have shown that the addition of sodium silicate into superfine cement affects the rheological properties of the suspension.

Keywords: Superfine cement, Sodium silicate, Bleeding, Setting times, Viscosity

GİRİŞ

Enjeksiyon, basınç altında zemin veya kaya boşluklarına enjeksiyon malzemesinin enjekte edilmesi işlemidir. Geoteknik mühendisliğinde birçok enjeksiyon tekniği kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı permeasyon enjeksiyonudur. Permeasyon enjeksiyonununda, solüsyon veya süspansiyon türü enjeksiyon malzemeleri kullanılmakta ve düşük enjeksiyon basınçları uygulanmaktadır. Enjeksiyon işlemi sonrası zeminin dayanım ve geçirimlilik özellikleri iyileşmektedir. (Karol 2003).

Permeasyon enjeksiyonu uygulamalarında Portland çimentosu yaygın olarak kullanılmaktadır. Sahip oldukları büyük tane boyutu sebebiyle Portland çimentoları ile iri kumlara kadar enjeksiyon yapılabilmektedir. Daha küçük çaplı zeminlere penetre olabilecek enjeksiyon malzemesi arayışı kimyasal enjeksiyonların bulunmasını sağlamıştır. Düşük dayanım göstermeleri, maliyetlerinin yüksek olması ve çevrede toksit etki yaratmaları sebebiyle kimyasal enjeksiyonlar uygulamada problemlere sebep olmaktadır. Portland çimentolarının tane boyutlarının düşürülmesiyle ortaya ince taneli çimentolar çıkmıştır. İnce taneli çimentoların üretilmesi ile ince ve orta kum zeminelere rahatlıkla enjeksiyon yapılabilmiştir. Bazı araştırmacılar tarafından ince taneli çimentoların reolojik özellikleri araştırılmış ve ince taneli çimentoların reolojik özelliklerinin Portland çimentolara oranla daha iyi olduğu görülmüştür (De Paoli et al., 1992; Warner 2003; Schwarz and Krizek 2006). Piyasada birçok firma tarafından üretilen ince taneli çimentolar bulunmaktadır. Bunlardan yaygın olarak bilinenleri MC 300, Ultrafine 12, Rheocem 900, Micromix, Microcem A ve Spinor A12 dir. Araştırmacılar tarafından ince taneli çimentoların enjekte edilebilirliği ve enjeksiyon sonrası mühendislik özellikleri üzerine birçok araştırma yapılmıştır (Perret et al., 2000; Schwarz and Chirumalla, 2007; Markou and Droudakis 2013; Gopinathand and Anand 2018) İnce taneli çimentolara enjekte edilebilirliği ve enjeksiyon sonrası zeminlerin dayanım özelliklerini artttırmak amacıyla katkı malzemeleri eklenmektedir. Mohammed et al. (2014), Rahman et al. (2017) ve Chen et al. (2018) tarafından ince taneli çimentolara katkı malzemeleri eklenerek enjekte edilebilirlik ve enjeksiyon sonrası dayanım özellikleri araştırılmıştır.

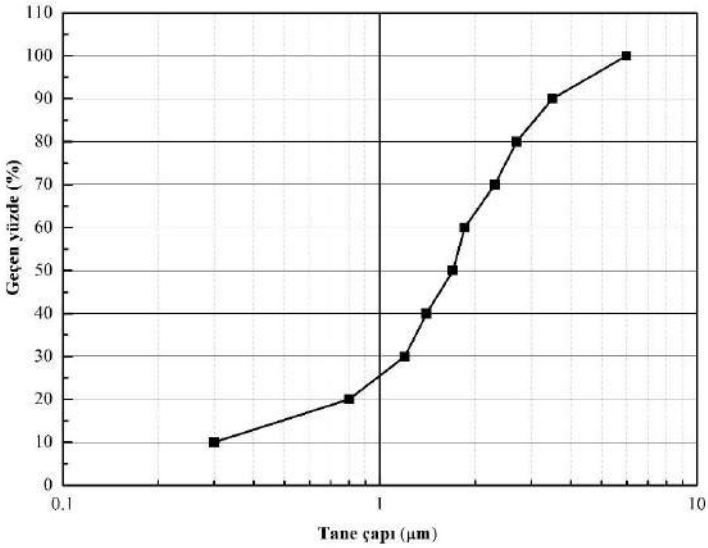
Bu deneysel çalışmada enjeksiyon deneylerinde kullanılacak olan super ince taneli çimento ve sodyum silikat katkısının reolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

DENEYLERDE KULLANILAN MALZEMELER

Süper İnce Taneli Çimento

Bu deneysel çalışmada Fransız Holcim firması tarafından üretilen curuf kökenli super ince taneli çimento (Spinor A6) kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan super ince taneli çimentoya ait granülometri eğrisi Figür 1'de, super ince taneli çimentoya ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Figür 1. Süper ince taneli çimentoya ait granülometri eğrisi



Tablo 1. Süper ince taneli çimentoya ait fiziksel ve kimyasal özellikler

Fiziksel Özellikler	Kökeni	%80 curuf+%20 Portland
	D_{50} (µm)	1,7
	D_{95} (µm)	4
	Özgül Ağırlık	3,94
	Spesifik Yüzey (m^2/kg)	1.180
Kimyasal Özellikler	SiO_2	30,0
	Al_2O_3	9,5
	Fe_2O_3	1,25
	CaO	45,0
	MgO	5,6
	SO_3	—

Sodyum Silikat

Deneylerde katkı malzemesi olarak Ege Holding tarafından üretilen (EGENat 3203) sodyum silikat kullanılmıştır. Sodyum silikata ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Sodyum silikata ait fiziksel ve kimyasal özellikler

Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	Değerler
Görünüş	Renksiz, berrak kıvamlı sıvı
Formülasyon	Na_2SiO_3
Ağırlıkça Modül ($SiO_2/NaO_)$	3,0-3,3
Moleküler Modül ($SiO_2/NaO_)$	3,1-3,4
Be' (20 °C)	39-41
Yoğunluk (20 °C, gr/cm^3)	1,37-1,39
Na_2O (%)	8,5-9,5
SiO_2 (%)	26,0-28,0
pH (20 °C)	11,66
Viskozite (20 °C'de, cP)	75-150

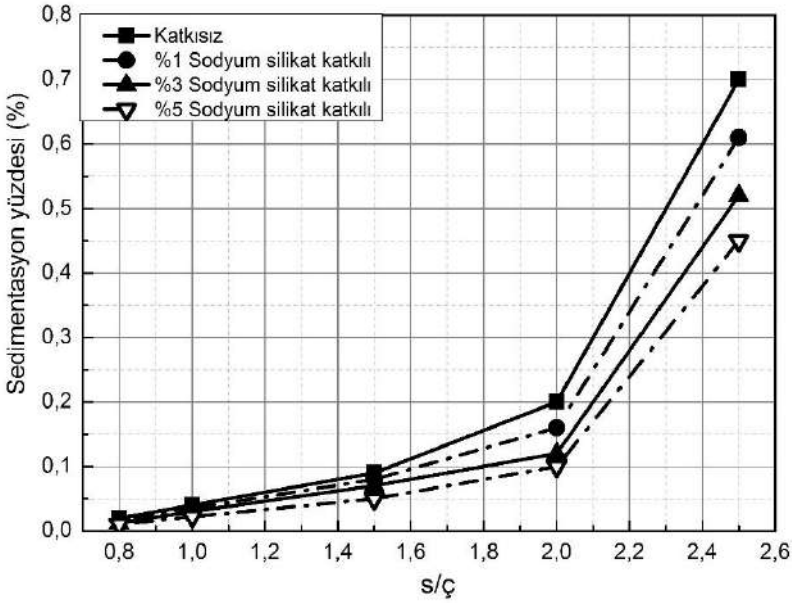
DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Katkılı (sodyum silikat) ve katkısız super ince taneli çimento süspansiyonunun reolojik özellik belirleme deneyleri kapsamında numunelere sedimantasyon, katılaşma süresi ve viskozite deneyleri yapılmıştır. Deneylerde su/çimento (s/ç) oranları 0.8, 1.0, 1.5, 2.0 ve 2.5 ve sodyum silikat oranları çimento ağırlığının %1, %3 ve %5'i seçilmiştir.

Sedimantasyon

Sedimantasyon deneyi, süspansiyon içindeki partiküllerin çökelmesi esasına dayanır. Deneyin başlamasından sonraki 2 saat sonunda berraklaşan su hacminin süspansiyonun başlangıç hacmine göre yüzde beşten küçük olması süspansiyonun "stabil" olduğu anlamı gelmektedir. Berraklaşan su hacminin süspansiyon hacmine oranı yüzde 5 den büyük ise süspansiyon "stabil değil" olarak tanımlanır. Sedimantasyon deneyleri ASTM C 940-98a (2002) standartlarına göre yürütülmüştür. Sedimantasyon deney sonuçları Figür 2'de verilmiştir.

Figür 2. Sedimantasyon yüzdesinin s/ç oranı ile değişimi

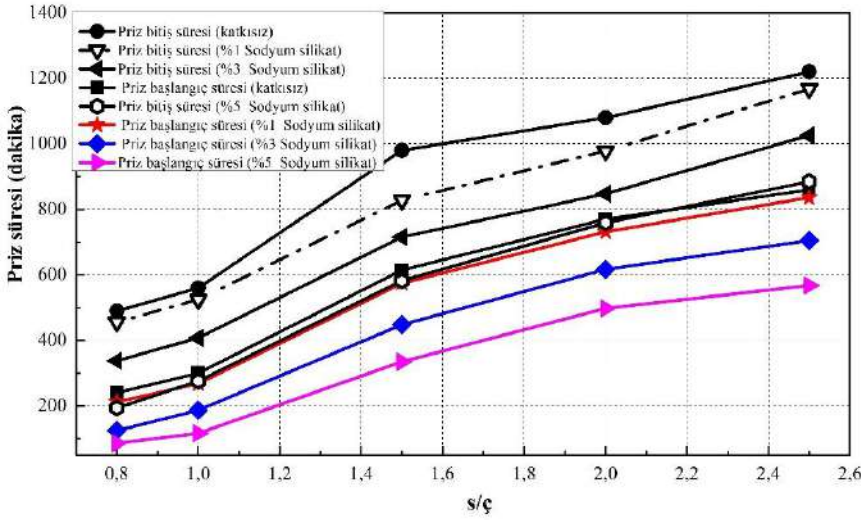


Figür 2. Incelendiğinde katkısız ve sodyum silikat katkılı super ince taneli süspansiyonların sedimantasyon yüzdelerinin 5% altında ve stabil olduğu görülmektedir. Katkısız super ince taneli süspansiyonların sedimantasyon yüzdeleri 0,02 ile 0,7 arasında değişmekte iken, %1 sodyum silikat katkılı super ince taneli süspansiyonların sedimantasyon yüzdeleri 0,016 ile 0,61 arasında, %3 sodyum silikat katkılı super ince taneli süspansiyonların sedimantasyon yüzdeleri 0,012 ile 0,52 arasında ve %5 sodyum silikat katkılı super ince taneli süspansiyonların sedimantasyon yüzdeleri 0,01 ile 0.45 arasında değişmektedir. Süper ince taneli çimento süspansiyonu içine sodyum silikat eklenmesi ile sedimantasyon yüzdeleri azalmıştır. s/ç oranının artması ile sedimantasyon yüzdeleri artmış, sodyum silikat oranının artması ile de sedimantasyon yüzdeleri azalmıştır.

Katılaşma süresi

Katkılı ve katkısız süper ince taneli çimento süspansiyonlarının ilk ve son katılaşma sürelerini bulmak için bu karışımlar üzerinde Vicat deneyi yapılmıştır. Katılaşma süreleri belirleme deneyler ASTM C191-04b (2002) standartlarına göre yapılmıştır. Deney sonuçları Figür 3 de verilmiştir.

Figür 3. Sedimentasyon yüzdesinin s/ç oranı ile değişimi

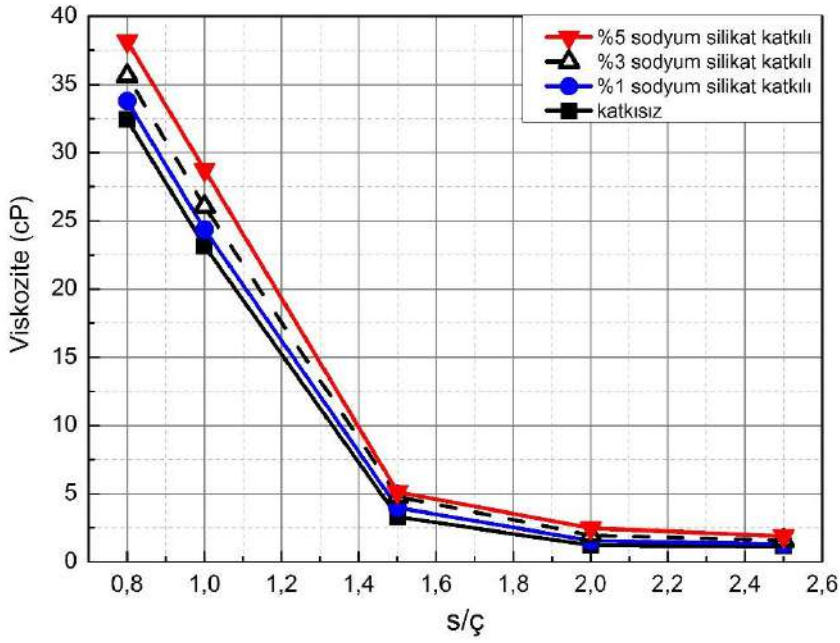


Figür 3 incelendiğinde katkısız super ince taneli çimento süspansiyonunun priz başlangıç süreleri 240 ile 860 dakika arasında, priz bitiş süresi 490 ile 1220 dakika arasında değişmektedir. %1 sodyum silikat katkılı super ince taneli çimento süspansiyonlarının priz başlangıç süreleri 212 ile 836 dakika arasında, priz bitiş süreleri 456 ile 1168 dakika arasında değişmektedir. %3 sodyum silikat katkılı super ince taneli çimento süspansiyonlarının priz başlangıç süreleri 125 ile 705 dakika arasında, priz bitiş süreleri 338 ile 1026 dakika arasında değişmektedir. Son olarak %5 sodyum silikat katkılı super ince taneli çimento süspansiyonlarının priz başlangıç süreleri 86 ile 568 dakika arasında, priz bitiş süreleri 194 ile 885 dakika arasında değişmektedir. Süper ince taneli süspansiyon içine sodyum silikat eklenmesiyle priz başlangıç ve bitiş süreleri kısalmıştır. s/ç oranının artması ile priz süreleri artarken, sodyum silikat yüzdesinin artması ile priz süreleri kısalmıştır.

Viskozite

Katkılı ve katkısız süper ince taneli çimento süspansiyonlarının akışkanlık özelliklerinin belirlenebilmesi için bu karışımlar üzerinde viskozite deneyleri yapılmıştır. Viskozite değerleri Brookfield DV-III Ultra rheometre cihazı belirlenmiştir. Viskozite değerleri belirleme deneyleri yapılırken ASTM D 2196-15 standartlarına uyulmuştur. Viskozite değerlerinin s/ç oranı ile değişimi Figür 4'de verilmiştir.

Figür 4. Viskozite değerlerinin s/ç oranı ile değişimi



Figür 4 değerlendirildiğinde katkısız süper ince taneli çimento süspansiyonların viskozite değerleri 1,17 ile 32,41 cP arasında değişmektedir. %1 sodyum silikat katkılı süper ince taneli çimento süspansiyonlarının viskozite değerleri 1.31 ile 33,78 cP arasında, %3 sodyum silikat katkılı süper ince taneli çimento süspansiyonlarının viskozite değerleri 1.58 ile 35,62 cP arasında ve %5 sodyum silikat katkılı süper ince taneli çimento süspansiyonlarının viskozite değerleri 1.89 ile 38,16 cP arasında değişmektedir. Süper ince taneli çimento içine sodyum silikat eklenmesi ile viskozite değerleri artmıştır. s/ç oranının artması ile viskozite değerleri azalırken sodyum silikat yüzdesinin artması ile viskozite değerleri artmıştır.

SONUÇLAR

Bu deneysel çalışma sonucunda aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır:

- Hem sodyum silikat katkılı hem de katkısız süspansiyonları sedimantasyon değerleri yüzde 5'in altında ve stabil çıkmıştır. Süper ince taneli çimento süspansiyonu içine sodyum silikat eklenmesi ile sedimantasyon yüzdeleri azalmıştır. s/ç oranının artması ile sedimantasyon yüzdeleri artmış, sodyum silikat oranının artması ile de sedimantasyon yüzdeleri azalmıştır.

- Süper ince taneli süspansiyon sodyum silikat eklenmesiyle priz başlangıç ve bitiş süreleri kısalmıştır. s/ç oranının artması ile priz süreleri artarken, sodyum silikat yüzdesinin artması ile priz süreleri kısalmıştır.
- Süper ince taneli çimento içine sodyum silikat eklenmesi ile viskozite değerleri artmıştır. s/ç oranının artması ile viskozite değerleri azalırken sodyum silikat yüzdesinin artması ile viskozite değerleri artmıştır.
- Yapılan reolojik özellik belirleme deney sonucunda sodyum silikat katkısının yukarda belirtilen yüzdelerde enjeksiyon deneylerinde kullanılabileceği görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Karol, R.H. (2003). Chemical grouting and soil stabilization. New Brunswick, NJ, Marcel Dekker.
2. De Paoli, B., Bosco, B., Granata, R. and Bruce, D.A. (1992). Fundamental observations on cement based grouts (2): Microfine cements and the Cemill1 process. Grouting, Soil Improvement and Geosynthetics, New Orleans, 486-499.
3. Warner, J. (2003). Soil solidification with ultrafine cement grout. In Proc.,Grouting and Ground, New Orleans:,ASCE, 1360-1371.
4. Schwarz, L.G. and Krizek. R.J. (2006). Hydrocarbon residuals and containment in microfine cement grouted sand. Journal of Materials in Civil Eng., 18 (2): 214–228.
5. Perret, S., Palardy, D. and Ballivy, G. (2000). Rheological behavior and setting time of microfine cement-based grouts. ACI Materials Journal, 97 (4): 472-8.
6. Schwarz, L.G. and Chirumalla, M. (2007). Effect of injection pressure on permeability and strength of microfine cement grouted sand. In Proc., Geo-Denver 2007, Colarado, ASCE, 1-15.
7. Markou, I. N. and Droudakis, A.I. (2013). Factors affecting engineering properties of microfine cement grouted sands. Geotechnical and Geological Engineering, 31 (4): 1041–1058.
8. Gopinathan, S. and Anand, K.P. (2018). Properties of cement grout modified with ultra-fine slag. Frontiers of Structural and Civil Engineering, 12 (1): 58-66.

9. Mohammed, M.H., Pusch, R., Knutsson, S. and Hellström, G. (2014). Rheological Properties of Cement-Based Grouts Determined by Different Techniques. Engineering, 6 (6): 217-229.

10. Rahman, M., Wiklund, J., Kotze, R. and Hakansson, U. (2017). Yield stress of cement grouts. Tunnelling and Underground Space Technology, 61: 50-60.

11. Chen, J., Hagan, P.C. and Saydam, C. (2018). Shear behaviour of a cement grout tested in the direct shear test. Construction and Building Materials, 166: 271-279.

12. ASTM C 940-98a 2002. "American Society for Testing and Materials. Standard test method for expansion and bleeding of freshly mixed grouts for preplaced aggregate concrete in the laboratory". American Society for Testing and Materials (ASTM).

13. ASTM C 191-04b 2002. "Standard test method for time of setting of hydraulic cement by Vicat needle". American Society for Testing and Materials (ASTM).

14. ASTM D 2196-15 2015. "Standard Test Methods for Rheological Properties of Non-Newtonian Materials by Rotational Viscometer". American Society for Testing and Materials (ASTM).

TEXTILE ENGINEERING
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

DENİM KUMAŞ ÜRETİMİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR YAKLAŞIMLAR

Sustainable Approaches in Denim Fabric Production

Nuriye Kertmen[1] & Erhan Demet[2] & Ş. Özlem Özkan[3]

1 (Dr.); İskur Denim İşletmeleri San. ve Tic. A.Ş., Kahramanmaraş-Türkiye, nuriye.kertmen@iskurdenim.com
2; İskur Denim İşletmeleri San. ve Tic. A.Ş., Kahramanmaraş-Türkiye, erhan.demet@iskurdenim.com
3 (MSc.); İskur Denim İşletmeleri San. ve Tic. A.Ş., Kahramanmaraş-Türkiye, ozlem.ozkan@iskurdenim.com

Öz: Doğal kaynakların devamlılığı için ekolojik dengenin korunması tüm insanların sorumluluğundadır. Üreticiler sürdürülebilirlik bilinciyle hareket edip çevre ve insan sağlığını dikkate alarak üretim yapmalı, tüketiciler de aynı farkındalıkla hareket etmelidirler. Son yıllarda hem üreticiler hem de tüketiciler ekolojik ürünlere karşı daha ilgili ve bilinçli durumdadırlar. Denim, tekstil sektörünün en önemli kollarından biridir. Bir denim giysisinin ekolojik ya da sürdürülebilir olarak nitelendirilebilmesi için hammadde seçiminden yıkama ve bitim işlemlerine kadar tüm üretim adımları titizlikle ve standartlara uygun olarak yapılmalıdır. Bu kapsamda doğal ve rejenere liflerin kullanımına ağırlık verilmeli, mümkünse organik veya sertifikalı lifler hammadde olarak tercih edilmelidir. Boya ve kimyasalların çevre dostu olanları kullanılmalı, boyama ve yıkama başta olmak üzere tüm yaş işlemlerde su tüketimi en aza indirilmelidir. Denim boyama işlemlerinde daha sürdürülebilir bir yöntem olarak susuz boyama teknolojilerinin uygulanması; denim mamullerin yıkama ve ağartma işlemlerinde ise daha sürdürülebilir yöntemler olarak zararlı bileşiklerin yerine doğa dostu enzimlerin tercih edilmesi, lazerle soldurma, ozon ile ağartma ve su jetli sistemler önerilmektedir. Üretim sonrasında oluşan atık suyun arıtılması ve geri kazanımı, geri kazanılmış atık suyun yeniden üretimde kullanılması da ekolojik üretim için önemli bir husustur. Ayrıca üretimin her safhasında yapılacak enerji tasarrufu ve karbon emisyonunun azaltılması da önem arz etmektedir. Bu çalışma kapsamında sürdürülebilir denim üretimi kapsamlı bir şekilde ele alınmış ve değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Denim, Ekolojik Denim, Tekstilde Sürdürülebilirlik, Çevre Dostu Üretim.

Abtract: All humanity is responsible for maintaining the ecological balance for the continuity of natural resources. Producers should be aware of sustainability and produce in consideration of environmental and human health and consumers should show the same care. In recent years, both producers and consumers have become more interested and conscious of ecological products. Denim is one of the most important branches of the textile sector. In order to qualify a denim garment as ecological or sustainable, all production steps, from raw material selection to

washing and finishing, must be carried out carefully and in accordance with standards. In this regard, the use of natural and regenerated fibers should be increased, and if possible, organic or certified fibers should be preferred as raw materials. Environmentally friendly ones of dyes and chemicals should be used and for all wet processes, especially dyeing and washing, water consumption should be minimized. As a more sustainable method in denim dyeing processes, the application of non-aqueous dyeing technologies is recommended. In washing and bleaching processes of denim products, environmentally friendly enzymes are preferred instead of harmful compounds, laser fading, ozone bleaching and water jet systems are proposed as more sustainable methods. Treatment and recovery of wastewater generated after production, and the use of recovered wastewater in regeneration is also important for ecological production. It is also important to save energy and reduce carbon emissions at all stages of production. In this study, sustainable denim production is discussed and evaluated extensively.

Keywords: Denim, Ecological Denim, Sustainability in Textile, Environmentally Friendly Production.

GİRİŞ

Sürdürülebilirlik kavramının özünü mevcut kaynakların idareli bir şekilde kullanılması, korunması ve gelecek kuşakların da varlığını sürdürebilmesi için devamlılığın sağlanması oluşturmaktadır. Son yıllarda üretim yapılırken ekolojik ve sürdürülebilir olması özellikle dikkat edilen bir hususdur. Bu durum, üretim sırasında fazla miktarda su ve enerji kullanılan ve atık oluşumuna sebep olan tekstil sektörü için de geçerlidir. Tekstil sektörünün en önemli kollarından biri de denimdir.

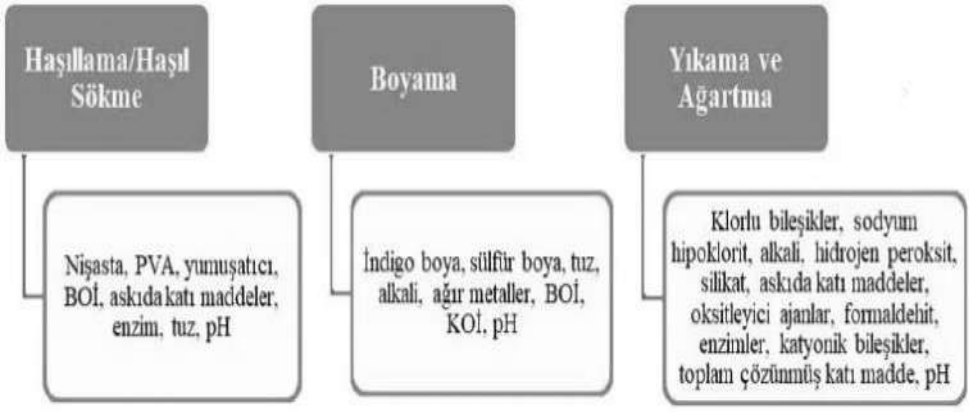
Denim giysiler; yaş, cinsiyet, sosyal statü farketmeksizin tüm tüketiciler tarafından benimsenen, çok yönlü tekstil ürünleridir. Klasik denim kumaşlar, çözgüsü indigo boyalı atkısı boyanmamış 3/1 dimi ile dokunmuş kumaşlar olarak tanımlanmaktadır (Periyasamy et al., 2018). Ancak denim giysilerin kullanım alanı ve modaya göre üretilmiş çok fazla çeşidi bulunmaktadır. Son yıllarda tüketicilerin modaya olduğu kadar ekolojik ürünlere olan eğilimi de arttığından çevre dostu ve sürdürülebilir giysi tasarımı günümüzde trend olmuş durumdadır (Khan et al., 2012). Birçok ülke organik pamuk, çevre dostu üretim yöntemlerini kullanarak ve denim üretimini optimize ederek karbon salınımlarını azaltmak için önlemler almaktadır (Periyasamy and Duraisamy, 2018) . Sürdürülebilir veya ekolojik denim üretirken;

- Pamuk israfını en aza indirmek,
- Özel boyama teknikleri kullanarak su tasarrufu yapmak,
- Boya, kimyasallar ve diğer yardımcı maddelerin çevre dostu olanlarını tercih etmek,

- Denim yıkama ve ağartma işlemlerinde çevre dostu yöntemleri kullanmak,
- Enerji tasarrufu yapmak ve CO_2 salınımını minimize etmek,
- Atık su üretimini en aza indirmek ve arıtımı yapılan atık suyu tekrar üretimde kullanmak hususlarına dikkat edilmelidir (Clariant, 2011).

Denim üretiminde esas kirlilik kaynağı boyama ve yıkama işlemleridir. Denim giysilerin üretilmesi sırasında fazla miktarda su ve kimyasal madde kullanıldığından oluşan atık suyun kirlilik derecesi de fazla olmaktadır. Denim üretiminde en önemli kirlilik kaynakları haşıllama-haşıl sökme, boyama ve yıkama-ağartma işlemlerinden kaynaklanmaktadır (Figür 1).

Figür 1. Denim endüstrisinde suyu kirleten bileşenler (Periyasamy et al., 2018).



PVA: Polivinil alkol, BOİ: Biyolojik oksijen ihtiyacı, KOİ: Kimyasal oksijen ihtiyacı

Denim sektöründe bazı büyük şirketler, sürdürülebilirlik anlayışıyla üretimin her aşamasına odaklanmış durumdadırlar. Bu konuda yapılan çalışmalara; 1 adet denim pantolon için yapılan "Yaşam Döngüsü Değerlendirme (Life Cycle Assesment/LCA)" çalışmaları, ''Gezegenimize İyi Bakalım'' temalı etiketleri denim giysilere ilave ederek, tüketiciyi bilinçlendirmeyi ve böylece giysinin kullanımı sırasındaki çevresel etkileri azaltmayı amaçlayan faaliyetler örnek verilebilir (Hoppe and Saboor, 2010). Kocabaş ve ark., (2009), tarafından Türkiye'de diğer bir denim işletmesinde "Mevcut En İyi Teknikler" (MET) eylemlerinin uygulaması yapılmış, bu kapsamda ilk olarak işletmedeki atık su kaynakları ve türleri, atık su miktarı ve atık suyun kompozisyonu

hakkında veri toplanmıştır. Çalışmanın başından sonuna kadar su ve enerji tüketim miktarları kaydedilmiştir. İlgili noktalara debimetreler yerleştirilmesi, yarı ters akımlı durulama, atık suyun arıtmadan sonra yeniden kullanılması, yıkama suyunun merserizasyondan sonra geri kazanılması ve tekrar kullanılması konusunda yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Buna göre MET eylemlerinin uygulanmasından sonra kumaş kilogramı başına toplam su ve enerji tüketimi sırasıyla % 29,5 ve % 9 oranında azaltılmıştır. Yükseler ve ark., (2017), Türkiye'de bulunan bir denim işletmesinde su tüketiminin optimizasyonu amacıyla MET metodolojisini uygulayarak temiz üretim konusunda çalışmalar yapmıştır. Çalışmada MET'e göre arıtma işleminden sonra suyun geri kazanılarak boyama işleminde yeniden kullanılması, kostik geri kazanımı, boyama ve terbiye işlemlerinde ters akım yıkama prensibi ile su tüketimini azaltmak hedeflenmiştir. Sonuç olarak, toplam su tüketiminde % 30 azalma olmuştur.

Denimin farklı üretim adımlarında, (özellikle boyama, terbiye, yıkama ve durulama işlemlerinde) fazla miktarda kirletici madde çevreye atılmaktadır. Pamuklu sulamadan üretime kadar tüm denim endüstrisinin su ayak izi büyüktür (Pal et al., 2017). Bu çalışma kapsamında denim üretiminde daha temiz bir çevre ve doğal kaynakların korunması için uygulanan sürdürülebilir yaklaşımlar ele alınmıştır.

Lif Seçiminde Sürdürülebilir Yaklaşımlar

Suyun canlıların devamlılığı bakımından önemi düşünüldüğünde, yakın zamanda içme suyu kaynaklarının ciddi bir tehdit altında olduğunu tahmin etmek zor değildir. Bu nedenle, denim üretiminde sürdürülebilir yaklaşımlar ve ekolojik alternatiflerin kullanılması gerekmektedir. Günümüzde, dünya çapında, tekstilde en çok kullanılan lif pamuk lifidir ve küresel bazda üretilen pamuk lifinin yaklaşık % 10'u denim endüstrisinde kullanılmaktadır (Kininmonth, 2012). Denimin ana bileşeni olan pamuğun tarımı sırasında çeşitli gübreler, böcek ilaçları ve önemli miktarda su tüketilmektedir ve bu durum, çevresel kaygılara sebep olmaktadır. Günümüzde pek çok kuruluş daha az çevresel zarara sahip pamuk ekimine (Better Cotton Initiative/BCI) önem vermeye başlamıştır. (Periyasamy et al., 2018). Sürdürülebilir yaklaşımlardan biri olan organik pamuk ile denim üretiminde, pamuğun üretiminden boyanmasına kadar tüm süreç ekolojik standartlara göre yapılmaktadır. Buna göre organik pamuk üretiminin yapılacağı toprakta en az üç sene kimyasal madde kullanılmamış olması, denim üretimi sırasında hiçbir zararlı bileşiğin kullanılmaması ve ipliğin boyanmasında doğa ile dost boyarmaddeler kullanılması gerekmektedir. (www.yesilist.com, 2019). Sürdürülebilir denim üretimi yalnızca organik pamuk kullanımıyla sınırlandırılmamalı, üretimin her aşaması gözden

geçirilmelidir. Sürdürülebilirlik kavramının tanımı üreticilere göre değişiklik gösterse de, denim üretimi yapan bir firma tüketici ihtiyaçlarını karşılayan ancak çevresel etkiyi minimum düzeyde tutacak yaklaşımları benimsemelidir. Üreticiler, daha temiz üretim ve pamuğun yerini alabilecek alternatif lifler bulma konusunda sürekli çalışmalar yapmaktadırlar. Burada temel amaç, fazla miktarda su tüketilen geleneksel pamuk üretimine alternatif olarak, organik pamuk ve diğer doğal liflerin tüketimini arttırmaktır. Denimde pamuğun yanı sıra rejenere esaslı viskon, tencel, modal, soya protein lifleri kullanılmakta; bambu (Rathod and Kolhatkar, 2013), kapok (Du et al., 2016) ve ısırgan otu (Lee, 2018) lifleri ile yapılmış çalışmalar da bulunmaktadır.

Boyama İşlemlerinde Sürdürülebilir Yaklaşımlar

İndigo, denim ürünlerin boyanmasında yaygın olarak kullanıldığı için tekstil sektöründe en çok tüketilen boyalardan biridir (Buscio et al., 2015). Çok önceleri indigo boyası bitkiden doğal olarak üretilip kullanılmıştır, ancak daha sonra sentetik esaslı indigo kullanılmaya başlanmış ve tekrar sürdürülebilirlik konusu gündeme gelmiştir (Meksi et al., 2012). Günümüzde doğal indigo, toplam indigo üretiminin yalnızca %1'ine denk gelmektedir (Periyasamy et al., 2018). İndigo boyasının bitkisel kaynaklardan sentezlenmesi konusunda hala çalışmalar yapılmaktadır. Oduro and Yobo (2013), *Lonchocarpus Cyanescens* yapraklarından indigo boyasını sentezlemiş ve karakterize etmiştir. Buna göre elde edilen doğal indigo boyasındaki fonksiyonel grupların, sentetik indigo boyasındakine benzer olduğu görülmüştür.

İndigo suda çözünmediğinden boyama sırasında yüksek miktarda alkali (NaOH) ve indirgen madde ($Na_2S_2O_4$) (sodyum hidrosülfit) kullanılarak suda çözünür hale getirilmektedir. İndigo'dan farklı olarak denim kumaşların boyanmasında sülfür boya da kullanılmaktadır. Sülfür boyaları da, sodyum sülfit adı verilen (Na_2SO_3) indirgen madde ile suda çözünür hale getirilmektedir. Denim atık sularında en zararlı bileşiklerden olan sülfit, indigo ve sülfür boyamada kullanılan indirgen maddelerden kaynaklanmaktadır. Sülfit, canlıların yaşamsal faaliyetlerine zarar veren hidrojen sülfürü serbest bırakma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle son zamanlarda glikoz ve fruktoz gibi monosakkarit esaslı, daha sürdürülebilir ve doğa dostu indirgen maddelerin kullanımına olan ilgi artmıştır (Periyasamy et al., 2018). İndigo boyayı indirgemek için ekolojik alternatifler üzerine yapılan bir araştırmada sodyum hidrosülfit ile α-hidroksikarboniller karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, α-hidroksikarbonillerin, indigo boyama işlemlerinde indirgeyici bir ajan olarak sodyum ditiyonite karşı çevresel açıdan güvenli bir alternatif

sunabileceğini göstermiştir (Meksi et al., 2012). Delwar et al., (2016), indigo boyanın indirgenmesinde kullanmak üzere doğal kaynaklardan elde edilen indirgen maddeler üzerinde çalışmışlar, bu amaçla hurma, muz ve elmayı ekstrakte ederek boyayı indirgeme potansiyellerini karşılaştırmışlardır. Diğerlerine kıyasla hurmadan elde edilen indirgen madde daha başarılı olmuştur. Munna et al., (2016), bitkisel kaynaklı çok sayıda doğal indirgeyici ajanı denim renk soldurma işleminde kullanmış ve çevre dostu bir yaklaşımda bulunmuştur.

Susuz boyama teknikleri ya da geleneksel yönteme göre çok az miktarda su kullanarak yapılan boyama yöntemleri de denim üretiminde kullanılmaktadır. Gelişmiş denim boyamacılığında, potansiyel olarak zararlı kimyasallarla çok sayıda boyama teknesinde yapılan konvansiyonel üretim tekniğinin aksine, tek boyama teknesinde daha ekolojik bir boyama yapılmaktadır. Bu yöntemin uygulanmasıyla % 95'e varan miktarda su tasarrufu sağlanmaktadır.

Yıkama ve Ağartma İşlemlerinde Sürdürülebilir Yaklaşımlar

Denim ilk üretildiğinde tok yapılı ve sert tuşeli bir kumaştır. Denim ürünlerin daha giyilebilir, yumuşak tuşeli ve konforlu olması, özel görünüm ve efektler kazandırılarak modaya uygun hale getirilmesi için yıkama işlemleri yapılmaktadır. En yaygın denim yıkama yöntemleri, enzim yıkama, asit yıkama, normal (rinse) yıkama, taş yıkama ve ağartma yıkamalarıdır. Yıkamada fazla miktarda su tüketildiğinden, kullanılan su miktarını azaltmak maliyeti önemli ölçüde düşürmektedir. Geleneksel denim yıkama işlemlerine göre enerji, su, işlem süresi ve maliyet faktörlerini en aza indirgemek için yapılan bir çalışmada işlem adımları kombine edilerek haşıl sökme, enzim yıkama, ağartma ve nötralizasyon işlemleri tek banyoda uygulanmıştır. Böylece enerjiden % 30, sudan ise % 70 tasarruf edilmiştir. Yıkama yöntemlerinden enzimle yıkama, daha sürdürülebilir ve çevre dostu bir tekniktir (Khan et al., 2012). Enzimler, iplik yüzeyinden indigo boyasının uzaklaştırılmasında oldukça etkilidirler. Pomza taşları gibi makineye zarar vermezler ayrıca çevre açısından sürdürülebilirdirler. Enzimle yıkama işlemleri ile denim ürünlerin kalitesi iyi olmakta ve maliyet azaltılmaktadır (Agrawal, 2017). Denim yıkama işlemlerinde selülaz ve lakkaz enzimleri, çevre dostu olmayan ve zararlı kimyasalların yerine tercih edilen ekolojik bileşiklerdir (Khan et al., 2012). Haşıl sökme işleminde de amilaz enzimi doğa dostu bir alternatiftir. Maryan ve Montazer (2013), amilaz, selülaz ve lakkaz enzimlerini ve kombinasyonlarını haşıl sökme ve yıkama işlemlerinde kullanmışlar, üç enzimi de birlikte kullanarak tek adımda gerçekleştirdikleri haşıl sökme ve yıkama işleminin başarılı olduğunu ifade etmişlerdir. Denim yıkama işlemlerinde alternatif olarak doğal bileşikler de kullanılmaktadır. Maryan

ve Montazer (2014), pomza taşı yerine organo-montmorillonit kilini kullanmışlardır. Organo-montmorillonit ile yıkanan denim kumaşlarda pomza taşına benzer olarak yumuşak ve eskimiş görünüm elde edilebilmiştir ve nano-mineral yıkama olarak adlandırdıkları bu işlemi çok sayıda avantajlar sunan kolay, hızlı, etkili ve ekonomik bir yöntem olarak değerlendirmişlerdir. Maryan ve ark., (2015), denim kumaşları amilaz, selülaz ve lakkaz enzimlerinin yanı sıra montmorillonit esaslı nanokil ve mineral kil ile de işleme tabi tutmuşlardır. Yıkama makinesi içerisinde serbest kalan indigo boyası, kil tarafından adsorplanmış, böylece yıkama suyunun geri kazanımı fırsatı elde edilmiştir. Çalışma sonunda denim yıkama işlemi için lakkaz enzimi ve montmorillonit kilinin en etkili kombinasyon olduğu bulunmuştur. Hoque ve ark., (2018), % 100 pamuklu indigo boyalı denim kumaşların yıkama işlemlerinde doğal limon suyu ve demir hindi bitkisinin tozunu kullanmışlardır. Yıkama işlemleri 60°C'de 30 dk boyunca yapılmış, ağırlık kaybı 3 kat daha az olmuş, mukavemet değerleri daha yüksek bulunmuştur. Sonuçta enzim yıkamalarına benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Ağartma işlemi denim kumaşların renginin açılmasında kullanılan diğer bir yöntemdir. Kumaş veya giysideki renk açılması, kullanılan ağartıcının miktarına, işlem sıcaklığına ve süresine bağlıdır. Endüstride en yaygın kullanılan ağartıcılar sodyum hipoklorit (NaOCl) ve potasyum permanganattır ($KMnO_4$) (Kunt, 2004). NaOCl, klor ve hipoklorik asit açığa çıkmasına neden olmakta ve toksik etki yaratmaktadır. Ayrıca ağartma işleminden sonra denim üzerinde bulunan NaOCl artıklarının, sodyum metabisülfat veya tiyosülfat gibi indirgen maddelerle uzaklaştırılması gerekir. Bu işlem, antiklorlama olarak adlandırılmaktadır. Antiklorlamada kullanılan bu indirgenler su ile karıştıklarında keskin ve kötü kokulu bir gaz olan kükürt dioksit (SO_2) açığa çıkarmaktadırlar ki bu gaz oldukça tehlikelidir (Rodriguez, 2012; Periyasamy et al., 2018). Potasyum permanganat ise, denimde lokal ağartma için kullanılan oksitleyici bir ajandır ve denim giysi üzerinde belirli bir alanı beyazlatmak ve bıyık efekti vermek için sprey halinde kullanılmaktadır. Potasyum permanganat spreyine doğrudan maruz kalındığında cildi ve gözleri tahriş etmekte, yeterli havalandırma sistemi ve güvenlik ekipmanı olmadan bu kimyasalla çalışmak kısa ve uzun vadede sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Ayrıca ağartma işlemi sonrası aynı boya lotlarında nihai tonu tutturmak zor olabilmektedir. Ekolojik sebeplerden dolayı bu kimyasalların gelecekte yasaklanması beklenmektedir. Bu kimyasallara alternatif olarak hidrojen peroksit (H_2O_2) tercih edilmektedir. Hidrojen peroksit, kumaş yıkandıktan ve kurutulduktan sonra kumaş üzerinde kalmadığından diğerlerine göre daha ekolojik bir ağartıcı olarak kabul edilebilir (Clariant, 2011).

Denim ağartma işleminde çevresel dengeyi bozmayan alternatif proseslerin kullanılması gerekmektedir. Günümüzde denim kumaşlar için ozonla ağartma, lazerle soldurma ve su jeti ile ağartma çevre dostu yöntemlerdir. Lazerle soldurma, denimde eskimiş bir görünüm oluşturmak için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemle çok çeşitli denim görünümleri elde edilebilmektedir ve kuru bir işlemdir. Bu işlemin esasında, lazer kumaşta temas ettiği yerdeki boyayı parçalamakta ve daha sonra buharlaşmasını sağlamaktadır. Lazerle soldurma çevre dostu bir yöntemdir (Nayak and Padhye, 2016). Potansiyel olarak zararlı ve insan sağlığı açısından tehlike arz eden kumlama ve zımparalama gibi geleneksel kuru işlemlerin alternatif olarak geliştirilmiştir. Ancak lazerle soldurma işleminin maliyeti yüksektir, enerji kullanımı fazladır. Lazer ışınları ile çalışırken dikkatli olunmalıdır, göze ve cilde temas etmesi tehlikelidir (Sarkar and Rashaduzzaman, 2014). Lazer tekniği rengin açılmasında kullanıldığı gibi denim giysinin desenlendirilmesinde de kullanılabilmektedir (Gokarneshan et al., 2018).

Ozon, oksijenden üretilen güçlü bir dezenfektan olup denim giysileri ağartmak amacıyla kullanılmaktadır. Ozon teknolojisi işlemlerin kombine olarak yapılmasına da imkân tanımaktadır ve bu da geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında daha avantajlıdır. Ozon hızlı çalışır ve diğer ağartma yöntemlerine kıyasla daha az durulama gerektirir. Denim yıkama tekniğinde ozon, suda çözülerek uygulandığı gibi gaz formunda kapalı bir sistem içerisinde de işlem yapılabilir. Uygulaması basit bir yöntemdir, çevre dostudur, düşük enerji sarfiyatına sahiptir ve ozonla işlem sonrası mukavemet kaybı çok az olmaktadır. (Khalil, 2015). Denim sektöründe öncü bir firma 2011 yılından beri devam eden ve ozon teknolojisini kullanan ‘‘Waterless’’ projesi ile 1 milyar litre su tasarrufu sağlamıştır ve şu an üretiminin % 25’inde de bu prosesi kullanmaktadır. Firma, 2020 yılında ürünlerinin % 80’inin bu proses ile üretilmesini amaçlamaktadır (www.yesilist.com, 2019).

Denim kumaşların renginin açılmasında su jetli sistemler de kullanılmaktadır. Ancak bu yöntem hala laboratuvar ölçekli çalışmalarla sınırlı kalmıştır. Renk soldurma işlemi, yüksek hızda su püskürtülen su düzeleri ile yapılmaktadır. Bu işlem, ilave kimyasal gerektirmemesi ve kirliliğe yol açmaması açısından avantajlıdır. Renk açmada kullanılan suyun devir daim ettirilmesiyle tekrar kullanılmasının, sistemi daha ekolojik ve ekonomik hale getireceği belirtilmektedir (Periyasamy et al., 2018). Lazer ve ozonla yapılan işlemlerde daha az atık su açığa çıkarken; su jetli sistemlerde suyun geri kazanılarak sistemde tekrar kullanılması ekolojik ve ekonomik bir çözüm olarak sunulmaktadır. Bu yıkama/terbiye teknolojilerinin benimsenmesi, çevreye ve çalışanlara karşı daha sorumlu

bir davranış sağlamakta, bilgi ve teknolojiye dayanan bir sanayiye doğru değişen radikal bir dönüşüm başlamaktadır (Khalil, 2015).

SONUÇ

Tamamen çevre dostu denim giysilerin üretilmesi maliyeti arttırır, yeni tekniklerin kullanımını ve geleneksel tekniklerin dışına çıkmayı gerektirir. Sektörde sürdürülebilir ürünlerin araştırılması ve zararlı bileşiklerin yerine yeni alternatifler bulunarak ekolojik boya ve kimyasal maddelerin tercih edilmesi, sürdürülebilir teknolojilerin konvansiyonel üretim hatlarına entegrasyonu, atık su üretiminin en aza indirgenmesi ve geri kazanılarak tekrar kullanılması, sistemin kısmi veya bütünsel açıdan yeniden dizaynını gerektirdiğinden, başlangıç yatırımlarının yüksek ya da ekolojik ürünlerin pahalı olması sebebiyle kolay kabul edilen bir konu değildir. Son yıllarda büyük denim üreticileri üretimin zararlarını en aza indirgemek amacıyla girişimlerde bulunmaktadırlar. Hızlı değişen moda trendlerine göre artık organik liflerin kullanımı, doğal esaslı farklı lif türlerinin, çevre dostu boya ve kimyasalların tercih edilmesi konularına önem verilmektedir. Bilinen yöntemlerin yanı sıra yeni, ekolojik ve sürdürülebilir teknolojilerin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Böylece tasarımda ve üretimde sürdürülebilirliği uygulamak hedeflenmektedir. Bir yandan geleneksel metotlarla üretim devam ederken, diğer yandan da çevresel bilincin artması ve sürdürülebilirlik adına yeni adımların atılması ümit vericidir.

KAYNAKLAR

1. Agrawal, B. J. (2017). Bio-Stoning of Denim An Environmental Friendly Approach. Current Trends in Biomedical Engineering and Biosciences, 3(3), 1-3.
2. Buscio, V., Crespi, M., Gutieerrez-Bouzan, C. (2015). Sustainable Dyeing of Denim Using Indigo Dye Recovered with Polyvinylidene Difluoride Ultrafiltration Membranes. Journal of Cleaner Production, 91, 201-207.
3. Clariant, (2011). Denim Book: From Cotton To Fashion, 106p.
4. Du, W., Gosh, R. C., Zuo, D., Zou, H., Tian, L., Yi, C. (2016). Discoloration of Cotton/Kapok Indigo Denim Fabric by Using a Carbon Dioxide Laser. Fibres & Textıles in Eastern Europe, 4(118), 63-67.
5. Gokarneshan, N., Sandip Kumar, R., Malathi, R., Aathira. (2018). Advances in Denim Research. Research and Development in Material Sciences, 3(1), 206-212.
6. Hoppe, K., Saboor, A. R. (2010). Smart Denim. University College of Boras at Swedish School of Textiles. 80p.
7. Hoque, S., Rashid, M. A., Chowdhury, S., Chakraborty, A., Naser, A., Haque, A. (2018). Alternative Washing of Cotton Denim Fabrics by Natural Agents. American Journal of Environmental Protection, 7(6), 79-83.
8. Hossain, D., Khan, M. R., Uddin, Z. (2017). Fastness Properties and Color Analysis of Natural Indigo Dye and Compatibility Study of Different Natural Reducing Agents. Journal of Polymers and the Environment, 25(4), 1219-1230.
9. https://www.yesilist.com/daha-iyi-bir-dunya-icin-surdurulebilir-kot-uretimi/. (Erişim Tarihi, Ekim, 2019).
10. Khalil, E. (2015). Sustainable and Ecological Finishing Technology for Denim Jeans. AASCIT Communications. 2(5), 159-163.
11. Khan, M. R., Mondal, İ. H., Uddin, Z. (2012). Sustainable Washing for Denim Garments by Enzymatic Treatment. Journal of Chemical Engineering, 27(1).
12. Kininmonth, M. (2012). Greening of the Denim Supply Chain, Lenzinger Berichte, 90(8).
13. Kocabaş, A. M., Yükseler, H., Dilek, F. B., Yetiş, U. (2009). Adoption of European Union's IPPC Directive To A Textile Mill: Analysis of Water and Energy Consumption. Journal of Environmental Management, 91(1), 102-113.
14. Kunt, A. G. (2004). Denim Kumaşlarda Konfeksiyon Sonrası Yapılan İşlemlerin Kumaş Mekaniği Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 95s.

15. Lee, J. (2018). A Study on the Change of Hand of Nettle Denim. J. Fash. Bus., 22(2), 107-117.
16. Maryan, A. S., Montazer, M. (2013). A Cleaner Production of Denim Garment Using one step Treatment with Amylase/Cellulase/Laccase. Journal of Cleaner Production, 57, 320-326.
17. Maryan, A. S., Montazer, M. (2014). One Pot Denim Washing and Finishing Using Organo-Montmorillonite: Introducing Nano Mineral Washing And Finishing. Textile Research Journal, 85(1).
18. Maryan, A. S., Montazer, M., Damerchely, R. (2015). Discoloration of Denim Garment with Color Free Effluent Using Montmorillonite Based Nano Clay and Enzymes: Nano Bio-Treatment on Denim Garment Journal of Cleaner Production, 91, 208-215.
19. Meksi, N., Ticha, M. B., Kechida, M., Mhenni, M. F. (2012). Using of Ecofriendly α-hydroxycarbonyls As Reducing Agents to Replace Sodium Dithionite in Indigo Dyeing Processes. Journal of Cleaner Production, 24, 149-158.
20. Munna, K. H., Chinyerenwa, A. C., Kamruzzaman, Asaduzzaman, Hossain, A., Rumi, T. M. (2016). The Effect of Natural Reducing Agents on Denim Fabric for the Amelioration of Natural Fading Effect Via Environmental Friendly Approach, Science Research, 4(6), 146-152.
21. Nayak, R., Padhye, R. (2016). The Use of Laser in Garment Manufacturing: An Overview. Fash Text, 3(5).
22. Oduro, W. O., Yobo, F. A. (2013). Enhancing the Value of Indigo-Blue Dyes from Lonchocarpus Cyanescens Leaves. International Journal of Applied Science and Technology, 3(5), 78-86.
23. Pal, H., Chatterjee, K. N., Sharma, D. (2017). Water Footprint of Denim Industry. Sustainability in Denim, 111-123.
24. Periyasamy, A. P., Duraisamy, G. (2018). Carbon Footprint on Denim Manufacturing. Handbook of Ecomaterials, 18p.
25. Periyasamy, A.P., Ramamoorthy, S. K., Lavate, S. S. (2018). Eco-friendly Denim Processing. Springer International Publishing. 21p.
26. Rathod, A., Kolhatkar, A. (2013). Physical Properties of Denim Fabrics (Part-I). Man-Made Textiles in India, 41(8), 269-273.
27. Rodriguez-Couto, S. (2012). Laccases for Denim Bleaching: An Eco-Friendly Alternative. Sigma, 1,10-12.
28. Sarkar, J., Rashaduzzaman, M. (2014). Laser Fading Technology: Facts and Opportunities, Bangladesh Textile Today, 7(8).
29. Yükseler, H., Uzal, N., Sahinkaya, E., Kitis, M., Dilek, F. B., Yetiş, U. (2017). Analysis of the Best Available Techniques for Wastewaters from A Denim Manufacturing Textile Mill. Journal of Environmental Management, 203, 1118-1125.

CHEMICAL ENGINEERING
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

BOR TESİSİ ATIKSUYUNDAN ÇÖKTÜRME YÖNTEMİ İLE BOR GİDERİMİNİN İNCELENMESİ

Investigation of Boron Removal from Boron Plant Wastewater by Precipitation

Burcu Tan[1] & Uğur Selengil[1] & Tijen Ennil Bektaş[2]

[1] (Yüksek Lisans, Dr Öğr. Üyesi); Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Müh. Mim. Fak. Kimya Müh. Bölümü, 26480, Eskişehir, Türkiye (E-mail: burcu.tan88@gmail.com; E-mail:uselen@ogu.edu.tr)

[2] (Doç. Dr.); Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Müh. Fak. Kimya Müh. Bölümü,17100, Çanakkale, Türkiye (E-mail:ennilbektas@comu.edu.tr)

Öz: Türkiye, dünya bor rezervlerinin yaklaşık %70'ine sahip bir ülkedir. Bor bileşiklerinin kullanımı yaygınlaştıkça beraberinde çevre problemlerini de getirmektedir. Sularda ve atıksularda belirli sınır değerlerin üzerinde bulunan bor insanlar, hayvanlar ve bitkiler üzerinde olumsuz etkilere neden olur. Günümüzde bor giderimi için uygulanan kimyasal çöktürme, adsorpsiyon, iyon değişimi, pıhtılaştırma-yumaklaştırma, membran gibi farklı yöntemler mevcuttur. Bu çalışmada Eti Maden Kırka Bor Tesisi'nden alınan yüksek derişimde bor içeren atıksudan çöktürme yöntemi ile bor giderimi incelenmiştir. Çöktürücü kimyasal madde olarak kalsiyumhidroksit ($Ca(OH)_2$) kullanılmıştır. Kimyasal madde miktarı, sıcaklık, çöktürme süresi, bekletme süresinin etkisi değerlendirilmiştir. En iyi giderim; 90°C'de 2 saat karıştırma süresi ve 25g çöktürücü /500mL miktarında %87,5 olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bor, Atıksu, Çötürme

Abstract: Turkey has about 70% of world boron reserves. As the use of boron compounds becomes widespread, it also brings environmental problems. Boron, which is above certain limit values in water and wastewater, has negative effects on humans, animals and plants. Today, there are different methods such as chemical precipitation, adsorption, ion exchange, coagulation-flocculation, membrane for boron removal. In this study, boron removal from boron-containing wastewater from Eti Maden Kırka Boron Plant was investigated. Calcium hydroxide ($Ca(OH)_2$) was used as the precipitating chemical. The effect of chemical substance amount, temperature, precipitation time and residence time were evaluated. The best boron removal was obtained as 87.5% with 2h stirring time at 90°C and amount of 25g $Ca(OH)_2$/ 500mL.

Keywords: Boron, Wastewater, Precipitation

GİRİŞ

Bor mineralleri, bileşikleri ve türevleri üretimi sırasında ve bor'un birçok endüstriyel alanda kullanımı sonucunda oluşan atık sulardan dolayı çevresel sorunlar yaşanmaktadır. Bir bor ürünü bazı durumlarda başka bir bor ürününün yerini tutabilmesine rağmen, bugün için bor bileşiklerinin görevini aynı kalitede ve ucuzlukta görebilecek diğer bir ikame malı yoktur. Bor bileşiklerinin kullanımı yaygınlaştıkça, beraberinde çevre problemlerini de getirmektedir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde sulama suyu olarak kullanılabilen II. Sınıf sular için bor seviyesi 0,3-1 mg/L, içme suyu olarak kullanılabilen I. Kalite sınıf suda ise bor seviyesi 0,5 mg/L sınır değerler olarak verilmiştir. Maden sanayi atık sularının alıcı ortama deşarj standartlarında bor için sınır değer 500 mg/L olarak verilmektedir (Anonim 2004). Günümüzde atıksulardan bor giderimine yönelik uygulanan yöntemler adsorpsiyon (Affam vd., 2018; Yüksel ve Yürüm, 2010), iyon değişimi (Korkmaz vd., 2017; Öztürk and Köse 2008), kimyasal çöktürme (Remy vd., 2005; Yılmaz vd., 2012), elektrokimyasal yöntemler (Can vd., 2016) ve membran sistemleridir (Wolska ve Bryjak 2013; Tang vd., 2017).

Türkiye, dünyanın en büyük bor yataklarına sahiptir. Hesaplanan rezervimiz en az 700 yıllıktır ve bu dünya rezervinin %70'ini kapsamaktadır. Ülkemiz bor yatakları Balıkesir Bigadiç, Kemalpaşa, Manyas, Kütahya-Emet, Eskişehir-Kırka yörelerindedir. Eti Maden İşletmeleri Kırka Bor İşletmesinde 930000 ton/yıl ürün kapasitesi bulunmaktadır. Bu işletmede ocaklardan çıkarılan bor madeninin ilk yıkama işleminde kullanılan su ve diğer işlemler tabi tutulduktan sonraki aşamalarda çıkan su çöktürme havuzlarına gönderilerek havuzlarda bekletilmektedir. Atık göletleri tesislerden çok daha fazla alan kaplamaktadır. Bu göletlerde toplanan atıksular yüksek derişimde bor içermektedir. Böyle yüksek derişimli atıksulara en uygun yöntem kimyasal maddeler ile çöktürme yöntemidir. Bu çalışmada Kırka tesisinde 2.göletten aldığımız atıksuyua $Ca(OH)_2$ maddesi ile çöktürme işlemi uygulanmıştır. Atıksudan bor giderimi üzerine kimyasal madde miktarı, sıcaklık, çöktürme süresi, bekletme süresinin etkisi incelenmiştir.

MATERYAL & YÖNTEM

Kırka Bor Tesisi'nden alınan atıksuyun analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Deneysel çalışmalarda beherlere 500 mL'lik ham atıksu alındı ve farklı miktarlarda çöktürücü madde ilave edilerek farklı sürelerde 250 rpm'de karıştırıldı ve kendi kendine çökmeye bırakıldı. Çökelmeden sonra örnekler süzülerek berrak kısmın bor analizi Karmin yöntemi ile yapılarak Hach DR-2000 spektrofotometresinde değeri okunmuştur.

Tablo 1. Atıksuyun karakterizasyonu

pH=9,79	
Analiz türü	**Miktar**
Bor Analizi(mg/L)	3800
Sülfat Analizi (mg/L)	900
Askıda Katı Madde (AKM) Analizi (mg/L)	243
Çöken Katı Madde Miktarı Analizi (mL/L)	1,7
KOİ Analizi (mg/L)	600

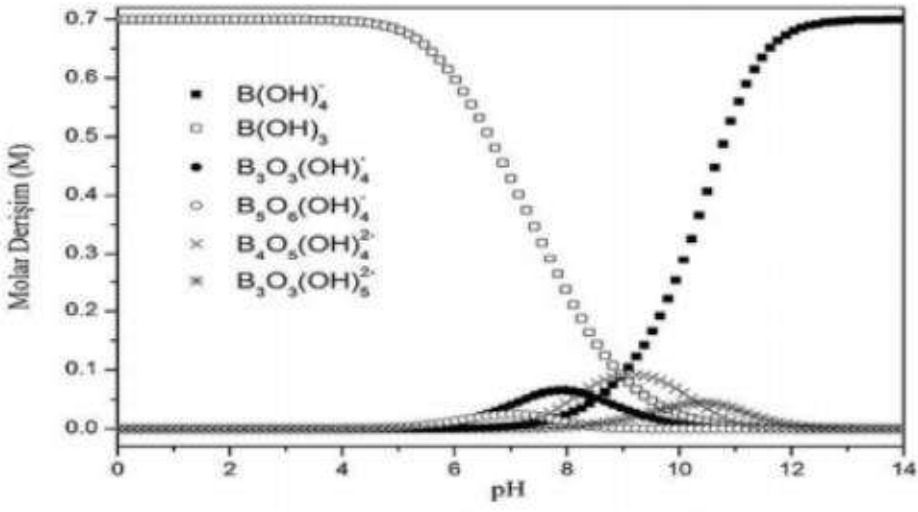
BULGULAR

Optimum kimyasal madde miktarını belirlemek için 500 mL örneklere farklı dozajlarda $Ca(OH)_2$ ilave edilmiştir. Sonuçlar Tablo 2 ve 3'te verilmiştir. 10 ve 25 g dozları için sıcaklık 80^oC ve 4 saat karıştırma hızı seçildi fakat sonuçları iyileştirmek amacıyla 15, 25 ve 30 g $Ca(OH)_2$ için sıcaklık 90^oC ve süre 2 saat yapıldı. Doğal pH'ı 9,79 olan atıksuya $Ca(OH)_2$ maddesinin ilavesiyle pH'ın 11-12'lere artmasından dolayı ortamda bulunan borun büyük bir kısmının Şekil 1'deki grafikte de görüleceği gibi monoborat ($B(OH)^-_4$) yapısında bulunması nedeniyle kalsiyum boratlar şeklinde çökmüştür ve % 80'nin üzerinde bor giderimleri elde edilmiştir. Optimum kimyasal madde miktarı 90^oC ve 2 saatte 25 g olarak bulunmuştur.

Denklem 1'e göre işlem sırasında oluşan tepkime endotermik bir tepkimedir (Bilen vd., 2018). Bu nedenle sıcaklık arttıkça bor giderim verimi artmıştır. Optimum miktarda (25 g) $Ca(OH)_2$ 80^oC'de 4 saat işlem gören atıksuda %77 bor giderimi elde edilirken 90^oC ve 2 saat karıştırma süresi sonunda bor giderimi %85,7'lere yükselmiştir. Ayrıca kalsiyumhidroksitin çözünürlüğü sıcaklıkla azalır (Gündüz, 1989). Bu nedenle yüksek sıcaklıkta borat anyonu ile oluşturduğu çökelek ve buna bağlı olarak bor giderim yüzdesi artar.

$2Ca^{+2}(aq)+2B(OH)_4^-(aq)+2OH^-(aq) \rightarrow Ca_2B_2O_5\bullet(H_2O)(s)+ 4H_2O(l)$ (1)

$(\Delta H)_{298}$=233.90kJ/mol



Şekil 1. pH' a bağlı olarak bor bileşiklerinin sudaki dağılımı (Wagman vd., 1982).

Tablo 4'te optimum değerlerde işlem sonrası bekleme süresinin etkisi verilmiştir. 15 dakika bekleme süresi sonunda %85,7 bor giderimi elde edilirken 24 saat sonunda % 87,5 giderim elde edilmiştir. Tepkimenin gerçekleştiği koşullarda çok hızlı olmasından dolayı çökeleğin büyük bir kısmının 2 saatlik karıştırma esnasında çöktüğü düşünülmüş ve aradaki büyük zaman farkına rağmen bor giderim yüzdesi çok değişmediğinden 15 dakika bekleme süresi tercih edilmiştir.

Tablo 2. $Ca(OH)_2$ miktarının çöktürmeye etkisi (80^oC, 4 saat karıştırma, 15 dakika bekleme süresi)

$Ca(OH)_2$ dozu (gr/500mL atıksu)	Sıcaklık (^oC)-Çöktürme süresi (st)	Kalan Bor derişimi (mg/L)	% Bor Giderim
10	80-4	2300	39
25	80-4	850	77

Tablo 3. $Ca(OH)_2$ miktarının çöktürmeye etkisi (90 ^oC, 2 saat karıştırma, 15 dakika bekleme süresi)

$Ca(OH)_2$ dozu (gr/500mL atıksu)	Sıcaklık (^oC)-Çöktürme süresi (st)	Kalan Bor derişimi (mg/L)	% Bor Giderim
15	90-2	700	81
25	90-2	540	85,7
30	90-2	500	86,8

Tablo 4. Optimum sıcaklık, karıştırma süresi ve dozajda bekleme süresinin etkisi

Çöktürme sonrası bekleme süresi	Sıcaklık(^oC)-karıştırma süresi (st)-çöktürücü dozu(gr)	Kalan Bor derişimi (mg/L)	% Bor Giderim
15 dak	90-2-25	540	85,7
24 saat	90-2-25	475	87,5

Tablo 5'te, 25g $Ca(OH)_2$ için farklı sıcaklıklarda ve farklı karıştırma hızlarında bor giderim yüzdeleri verilmiştir. 70°C'de %84.2 bor giderim yüzdesini elde etmek için 5 saat karıştırma süresi gerekmektedir. O yüzden enerji maliyeti ve zaman tasarrufu açısından 90°C'de 2 saat karıştırma süresi en iyi koşul olarak kabul edilmiştir.

Tablo 5. Optimum kimyasal madde için farklı koşullarda bor giderimi

Sıcaklık (°C)	**Çöktürücü dozu(gr)-Çöktürme süresi (st)**	**Kalan Bor derişimi (mg/L)**	**% Bor Giderim**
70	25-5	600	84,2
80	25-4	850	77
90	25-2	475	85,7

TARTIŞMA ve SONUÇ

Su temininde ve atıkların uzaklaştırılmasında gün geçtikçe karşılaşılan sorunların arttığı bilinmektedir. Birçok alanda olduğu gibi bor teknolojisinde de atık problemi halen devam etmektedir. Bor türevleri tesislerinde çıkan atıkların belli derişimleri aşması halinde çevreye olumsuz etkileri olacaktır. Kırka Bor tesisi atıksuyu yüksek miktarda bor içermektedir. Kimyasal reaktiflerle çöktürme ancak yüksek derişimli sulara uygulanmaktadır. Kalsiyum hidroksit ile bor içeren atıksuyun kimyasal çöktürme işlemi ile %87,5 bor giderim verimi elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Affam A.C., Wong C.C., Seyam A.B.M., Matt C.A.A.F., Sumbai J.L.A., ve Evuti A.M. (2018). Preparation, Characterization and Adsorption Study of Granular Activated Carbon/Iron oxide composite for the Removal of Boron and Organics from Wastewater, International Conference on Civil & Environmental Engineering (Cenviron 2017) E3S Web Conf., 34.

2. Anonim (2004). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 31 Aralık 2004, sayı:25687.

3. Can B.Z., Boncukçuoğlu R., Bayar S. ve Bayhan Y.K. (2016). Influence of Operating Parameters on the Arsenic and Boron Removal by Electrocoagulation, Analytical and Inorganic J.Chem.Soc.Pak., 38(05), 843-849.

4. Korkmaz M., Özmetin C., Cırtlık A., ve Sığırcı Ş.İ. (2017). Full factorial design of experiments for boron removal from solutions by Purolite S 108 resin converted to hydroxyl form, Particulate Science and Technology, 35(6), 742–748.

5. Öztürk, N. ve Köse T.E. (2008). Boron removal from aqueous solutions by ion-exchange resin: Batch studies. Desalination, 227, 233–40.

6. Remy P., Muhr H., Plasari E., ve Ouerdiane I. (2004). Removal of Boron from Wastewater by Precipitation of a Sparingly Soluble Salt, Environmental Progress, 24(1).

7. Tang Y.P., Luo L, Thong Z., ve Chung T.S. (2017). Recent advances in membrane materials and technologies for boron removal, Journal of Membrane Science 541, 434-446.

8. Wolska J. ve Bryjak M. (2013). Methods for boron removal from aqueous solutions —A review, Desalination 310, 18–24.

9. Yılmaz A.E., Boncukçuoğlu R., Bayar S., Fil B.A., ve Kocakerim M.M. (2012). Boron removal by means of chemical precipitation with calcium hydroxide and calcium borate formation Korean J. Chem. Eng., 29(10), 1382-1387.

10. Yüksel S. ve Yürüm Y. (2010). Removal of Boron from Aqueous Solutions by Adsorption Using Fly Ash, Zeolite, and Demineralized Lignite, Separation Science and Technology 45, 105–115.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

KINETIC STUDIES OF NEUTRAL RED ADSORPTION USING LEMON PEEL

Adnan Aldemir[1,*] & Ali Rıza Kul[2] & Ahmet Selçuk[3] & Hasan Elik[2]

[1]Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department, 65080, Van, Turkey
[2]Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Science, Chemistry Department, 65080, Van, Turkey
[3]Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Education, Science Education Department, 65080, Van, Turkey
**Corresponding author e-mail: adnanaldemir@yyu.edu.tr*

Abstract: Neutral Red (NR) is a synthetic dye used for staining in histology. It stains lysosomes red. It is used as a general stain in histology, as a counterstain in combination with other dyes and for many staining methods. NR is also used to stain cell cultures for plate titration of viruses. NR is added to some growth media for bacterial and cell cultures. It usually is available as a chloride salt. NR acts as a pH indicator, changing from red to yellow between pH 6.8 and 8.0. In recent studies concerning usage of cheap, waste materials of organic origin for removal of dyes from wastewaters. In this study lemon peel from Adana/Turkey region were utilized as an adsorbent for the removal of NR which is one of the common dyes, from aqueous solution in batch experiments. Effects of initial dye concentration, contact time and temperature were investigated at the adsorption experiments. Concentration of NR in dye solution determined for 180 minute with spectrophotometer at maximum absorption wavelength of 530 nm. The adsorption experiments were conducted at four different concentrations (25, 35, 45, 55 ppm) and three different temperatures (298, 308, 318K). Unknown NR concentration was measured using calibration curve which was plotted between absorbance and certain concentrations of dye solutions. The kinetic data were analyzed using pseudo first order (PFO), pseudo second order (PSO) and intra-particle diffusion (IPD) models. Adsorption of NR on adsorbent at the different conditions was best fit the PSO model. The regression coefficients of PSO model were higher than the other two kinetic model coefficients and these values were equal to 0.99. Kinetic constants are closer to the both temperatures and initial concentrations and qe values are increases with increasing concentration of NR. It was also found that lemon peel has a good adsorption capacity and the data demonstrate that lemon peel may be more precious alternative material than costly adsorbents for dye removal.

Keywords: dye adsorption, neutral red, kinetic data, lemon peel, PFO model, PSO model, IPD model

1. INTRODUCTION

Nowadays, the rapid development of industrialization and unplanned urbanization have caused severe environmental issues, especially for water resource [1]. Organic dyes have been considered as one of the primary sources for water pollution and often used in the areas of textile, printing and cosmetic industries. However, the low biodegradable nature of organic dyes to radiation and oxidation made them hard to remove completely via the existing water treatment systems, causing an accumulation of organic dyes in the sediments or on the water surface [2]. The effective treatment of water containing organic dyes has became 'hotspot' issues in the wastewater processing research. The origin of water pollution from dyes is mainly caused by the improper disposal of industrial waste such as irrigation of untreated wastewater into aquatic environment [3]. It should be noted that the presence of organic dyes even trace in amounts will affect chemical, physical or biological properties of water, resulting in endangerment to human health through food channels, drinking water, or absorption to skin [4]. In addition, the heavy pressure of water pollution was also strengthened by the scarcity of water resource, and therefore it is very imperative to develop an efficient method to remove organic dyes from wastewater [5]. To this point, various kinds of strategies have been reported to remove dyes from wastewater including ions exchange membrane separation, photochemical degradation, precipitation, adsorption, advanced oxidation and Fenton-biological degradation, which has been fully summarized in recent excellent reviews [6–8].

Adsorption process which using different adsorbents such as zeolites [9], activated carbons [10–12], nanotube or fibers [13,14] and metal-organic frameworks [15] is the most often used method owing to advantages of high removal efficiency, easy operation with less technical difficulties, low capital cost, good recycle performance and eco-friendly features. Adsorption as an effective method for water decontamination is also strengthened by a wide suitability to different types of dyes without forming harmful by-products in the whole procedure [16]. Activated carbons are well-known to be the most frequently used adsorbents for water treatment with high removal efficiency, while high cost of commercial activated carbons with complex activation process will limit the application even though the use of sustainable biomass as precursor.

Neutral Red (NR) is a eurhodin dye used for staining in histology. It stains lysosomes red. It is used as a general stain in histology, as a counterstain in combination with other dyes and for many staining methods. NR is also used to stain cell cultures for plate titration of viruses. NR is added to some growth media for bacterial and cell cultures. It

usually is available as a chloride salt. NR acts as a pH indicator, changing from red to yellow between pH 6.8 and 8.0. Because of toxic structure of NR it should be removed from wastewaters. Therefore, the objective of the present study is to using lemon peel (LP) as a natural low-cost biosorbent to investigate its dye removal ability from aqueous solutions containing neutral red (NR) as the dye contaminant. Effective parameters such as initial concentration and temperature were investigated on NR removal. This dye was selected as adsorbate because it is commonly used dye. For this aim, kinetic studies of NR adsorption on LP were conducted.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1 Adsorbent (Lemon Peel)

Adsorption experiments were carried out with lemon peel (LP) from which grown on the Adana, Turkey.The lemons used in this study were collected from the lemon trees in a local garden. Prepared lemon peels were first washed with distilled water and dried in an oven at 60 °C until steady weight. The dried adsorbent was ground in a mill and separated into different size fractions using a set of sieves. Samples of particle size between 1.50 mm and 2 mm were used in further experiments

2.2 Adsorbate (Neutral Red)

The basic cationic dye, NR, was used as the adsorbate in this research. The formula of NR is $C_{15}H_{16}N_4HCl$ and molecular weight 288.78 g/mol. This dye was taken from Merck Chemicals Company and used without any purification. The stock dye solution was prepared by dissolving 1 g of NR in 1000 ml distilled water. The solutions used at adsorption process were obtained by diluting the stock dye solution with deionised water to appropriate concentration of solutions.

2.3 Adsorption Experiments

In the batch adsorption experiments which were realized in a temperature-controlled water bath, 2 g of adsorbent was treated with 500 mL of the dye solution. The adsorption experiments were conducted at four different concentrations (25, 35, 45, 55 ppm) and three different temperatures (298 K, 308 K, 318 K). Unknown NR concentration was measured using calibration curve which was plotted between absorbance and certain concentrations of dye solution. The NR concentration in the solution of dye determined for 180 min while the nötral pH was gradually adjusted by adding H_2SO_4 or NaOH solutions (0.1 M). All experiments were achieved in duplicate at the same conditions which were made for 298 K, 308 K and 318 K temperatures in the water bath and the average values taken to represent the result with all data being calculated. After

adsorption experiments, immediately the suspensions were separated by centrifuge. The concentration of NR in solution at a maximum absorption wavelength of 530 nm was evaluated the UV/VIS spectrophotometer (PG Instruments Ltd, T80 model). A calibration curve was obtained by plotting among absorbance and certain concentrations of the dye solution. Unknown NR concentration was measured using a calibration curve. The dye adsorption capacity on the adsorbent is given with Eq. (1);

$$q_e = \frac{(Co - Ce)}{m} V \qquad \textbf{(1)}$$

where V symbolizes the solution volume (L), C_0 and Ce represent initial and the equilibrium concentration of dye (mg/L) and m denotes adsorbent mass (g). Ultimately, obtained data from this study were tested by fitting in isotherm and thermodynamic relationships to design the appropriate NR dye remove system using LP adsorbent.

3. RESULTS and DISCUSSION

3.1 Kinetic Studies

Kinetic study is essential in understanding the adsorption process as it provides information on the rate of adsorption and the mechanism that controls it.The study of kinetics and mechanism of the adsorption plays an important role in designing the appropriate water treatment system. Physical properties of adsorbent and solute molecule decide the adsorption kinetics and mechanism. Adsorption process occurs in several steps and these steps regulate the whole process. Adsorption kinetics and mechanism can be explained by fitting experimental data to kinetic models (Miyah et all, 2018). In this study, the kinetic data was analyzed using the pseudo-first order (PFO) (Lagergren S., 1898), the pseudo second order (PSO) (Ho Y.S., 1999), and intra-particle diffusion (IPD) kinetic models.

3.2 Pseudo First Order (PFO) Kinetic Model

Lagergren first proposed the pseudo-first order kinetic (PFO) model which was further modified by Ho. This model is utilized for study of sorption in liquid-solid system which stated that number of unoccupied adsorptive sites decides the adsorption rate. The linearized mathematical equation for PFO is given with Eq. (2);

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t \qquad \textbf{(2)}$$

where qt and qe (mg g^{-1}) are the removal capacities at the time t and equilibrium, respectively, and k_1 (min^{-1}) is PFO rate constants. In order to

obtain the constants of this model, the straight line plots of ln(qe-qt) against t are drawn. The constants determined from the slope and intercept of the plot. PFO kinetics results of MG adsorption on lemon peel for 298 K, 308 K and 318 K given in Figure 1, Figure 2 and Figure 3, respectively. Determined PFO constants for 55ppm at the 298 K, 308 K and 318 K given in Table 1.

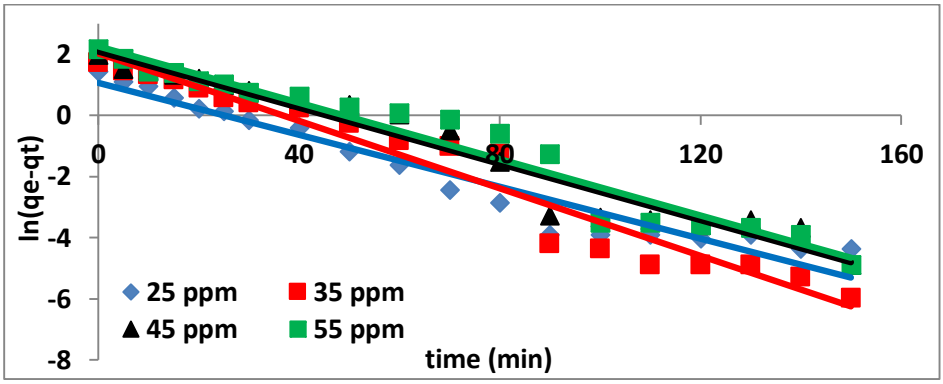


Figure 1. PFO kinetic plot of NR adsorption on lemon peel at 298K

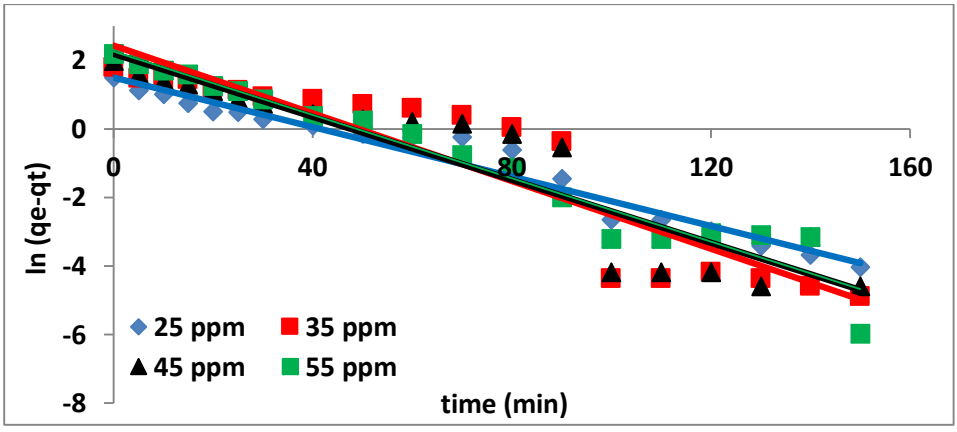


Figure 2. PFO kinetic plot of NR adsorption on lemon peel at 308K

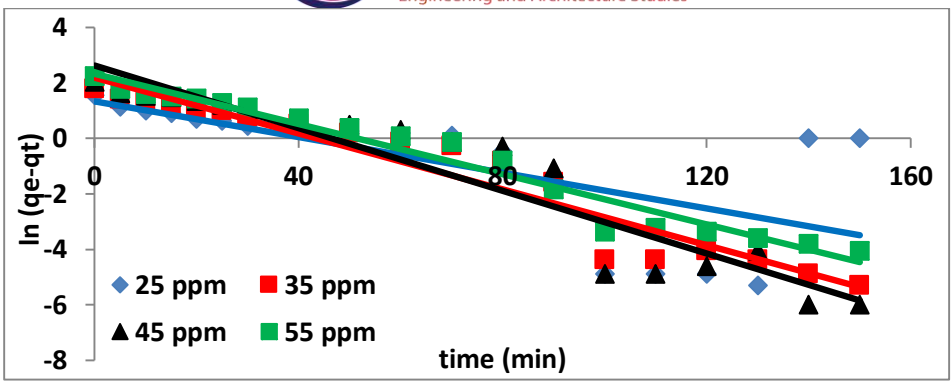


Figure 3. PFO kinetic plot of NR adsorption on lemon peel at 318K

3.3 Pseudo Second Order (PSO) Kinetic Model

According to PSO model, adsorption rate depends on the both adsorptive sites of adsorbent and solute molecules and related to the square product of the difference between the number of occupied sites and the available sites on the adsorbent at equilibrium. The chemical bond formation between adsorptive site and solute molecule is the rate-limiting step. PSO kinetic model is expressed by the linearized mathematical expression which is given Eq. (3);

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \qquad (3)$$

where k_2 represents the adsorption rate (g/mg min), q_m denotes the adsorbate amount that adsorbed onto adsorbent at equilibrium (mg/g), q_t is the amount of dye adsorbed at any time (mg/g). The plot of t/q_t against t has a linear relationship. Values of k_2 and equilibrium adsorption capacity q_e were identified from the intercept and slope of the plot of t/q_t versus t according to Eq. 3. PSO kinetics results of NR adsorption on lemon peel for 298 K, 308 K and 318 K given in Figure 4, Figure 5 and Figure 6, respectively. Determined PSO constants for 55ppm at the 298 K, 308 K and 318 K given in Table 1.

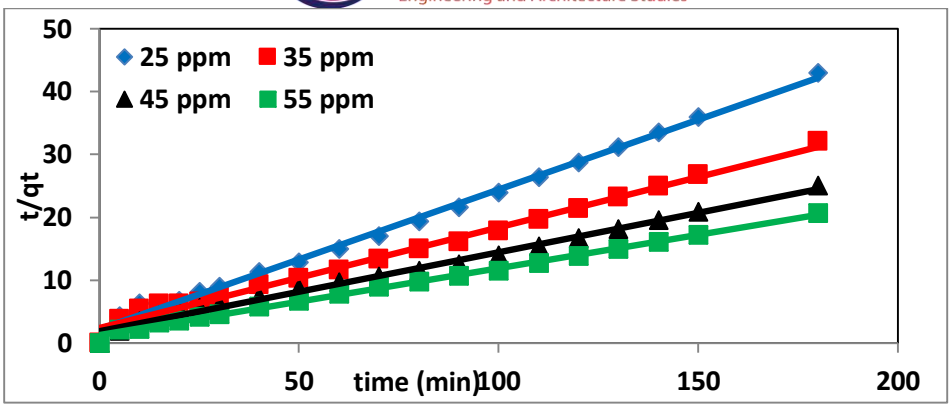


Figure 4. PSO kinetic plot of NR adsorption on lemon peel at 298K

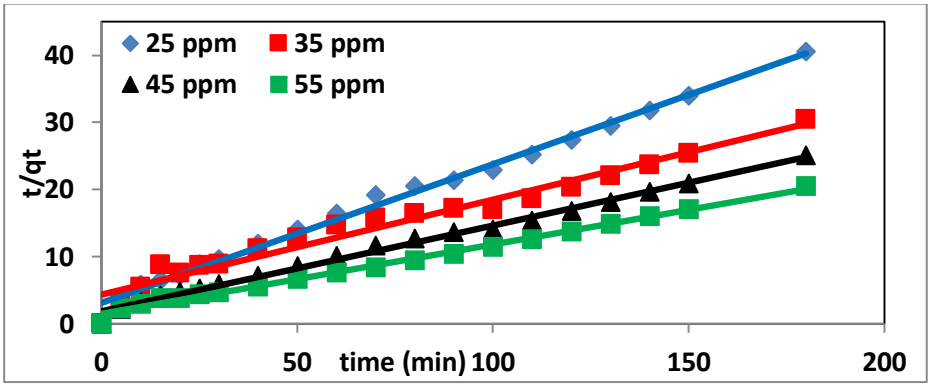


Figure 5. PSO kinetic plot of NR adsorption on lemon peel at 308K

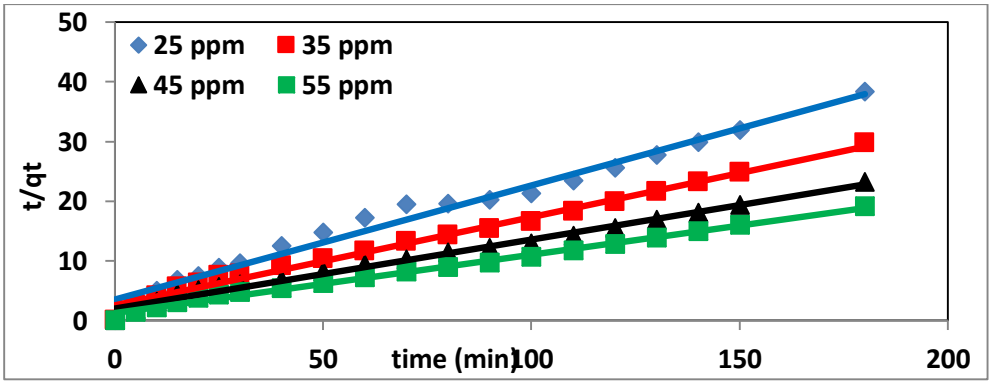


Figure 6. PSO kinetic plot of NR adsorption on lemon peel at 318K

3.4 Intra-Particle Diffusion (IPD) Kinetic Model

Adsorption of the dyes was more gradual when intra-particle diffusion (IPD) was the rate controlling step. This model assumes that the physical or chemical bond created between solute and solid at solid interspatial sites dominate the overall speed of the adsorption. This was done by testing the possibility of intraparticle diffusion as rate limiting step using IPD model, which is given with Eq. (4);

$$q_t = k_{ipd} t^{0.5} + C \qquad \textbf{(4)}$$

where k_{ipd} (mg/g $min^{1/2}$) denotes the intra-particle diffusion rate constant and C represents close relation with the boundary thickness. A plot of q_t against $t^{0.5}$ at different MG concentrations gave two phases of linear plots. IPD kinetics results of MG adsorption on lemon peel for 298 K, 308 K and 318 K given in Figure 7, Figure 8 and Figure 9, respectively. Determined IPD constants for 55 ppm at the 298 K, 308 K and 318 K given in Table 1.

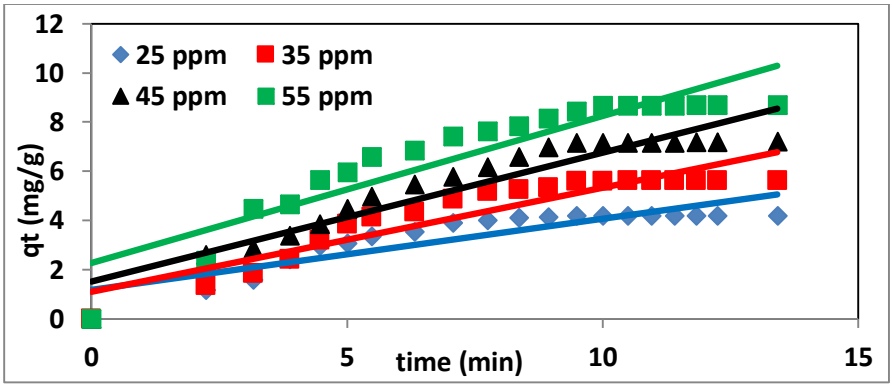


Figure 7. IPD kinetic plot of NR adsorption on lemon peel at 298K

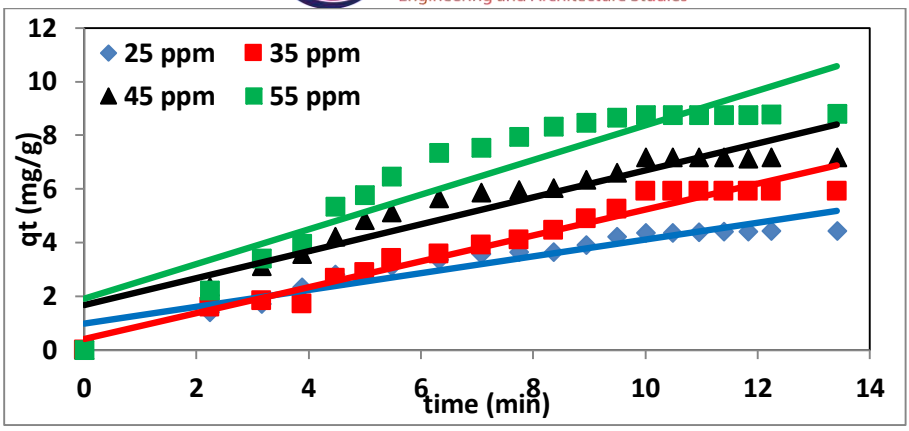


Figure 8. IPD kinetic plot of NR adsorption on lemon peel at 308K

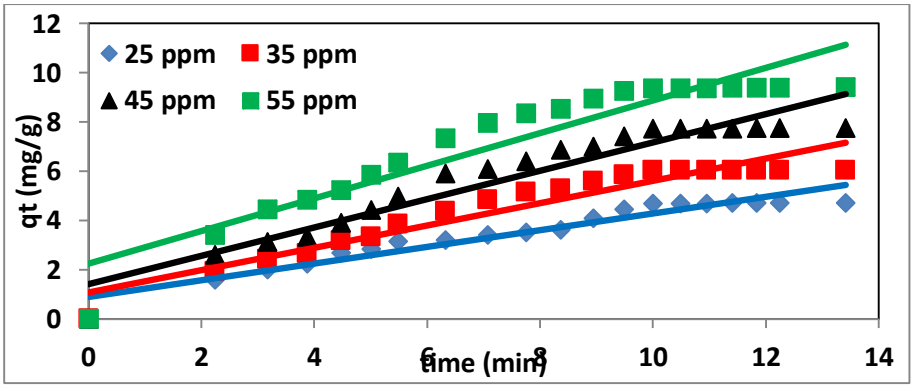


Figure 9. IPD kinetic plot of NR adsorption on lemon peel at 318K

The IPD and PFO kinetic curves from this study did fit (Figure 1-3 and Figure 7-9) good with the experimental data with a regression coefficient R^2 values lower than 0.90 and 0.70, respectively. But the PSO kinetic curves however did provide an excellent fit (Figure 4-6), with a regression coefficient R^2 values equal with 0.99 for 298 K, 308 K and 318 K temperatures. The kinetics of NR adsorption on lemon peel suitable for the PSO rate expression. Determined PFO, PSO and IPD constants for 55 ppm at the 298 K, 308 K and 318 K given in Table 1.

Table 1. PFO, PSO and IPD kinetic constants of NR adsorption on lemon peel for 55 ppm

	PFO			PSO			IPD		
Temp (K)	k_1 min^{-1}	$q_{e\ cal}$ (mg/g)	R^2	k_2 min^{-1}	$q_{e\ cal}$ (mg/g)	R^2	k_{id} (mg/g.$min^{0.5}$)	C (mg/g)	R^2
298	0.0337	5.234	0.647	0.0898	9.389	0.996	0.597	2.275	0.855
308	0.0344	5.565	0.675	0.0763	9.653	0.994	0.645	1.946	0.854
318	0.0339	6.134	0.694	0.0739	10.256	0.994	0.662	2.254	0.886

4. CONCLUSION

Removal of dyes from wastewaters is an important task to protect humans and the ecosystems, which as it is an imperative commitment in terms of industrial waste management and environmental protection. Adsorption process is superior in terms of initial cost, flexibility and simplicity of design, ease of operation and insensitivity to toxicity of pollutants compared with the other dye removal techniques currently available. In this study lemon peel from Adana region were utilized as an adsorbent for the removal of NR which is one of the common dyes, from aqueous solution in batch process. The adsorption experiments were carried out at four different concentrations (25, 35, 45, 55 ppm) and at three different temperatures (298 K, 308 K, 318 K). Concentration of NR in dye solution determined for 180 minute with spectrophotometer and unknown NR concentration was measured using calibration curve which was plotted between absorbance and certain concentrations of dye solution. The kinetic data were analyzed using PFO, PSO and IPD models. Adsorption of the MG on adsorbent at the different conditions was best fit the PSO model. The regression coefficients of PSO model were higher than other two kinetic model coefficients and these values were found to be higher than 0.98. Kinetic constants are closer to the both temperatures and initial concentrations and q_e values are increases with increasing concentration of NR. It was also found that lemon peel has a good adsorption capacity and the data demonstrate that as a natural waste lemon peel may be alternative material than costly adsorbents for dye removal.

REFERENCES

[1] S. Jain, R.V. Jayaram, Removal of basic dyes from aqueous solution by low-cost adsorbent: wood apple shell (Feronia acidissima), Desalination 250 (2010) 921–927.
[2] O. Uner, U. Geçgel, H. Kolancilar, Y. Bayrak, Adsorptive removal of rhodamine B with activated carbon obtained from okra wastes, Chem. Eng. Commun. 204 (2017) 772–783.
[3] S. Singh, N. Parveen, H. Gupta, Adsorptive decontamination of rhodamine-B from water using banana peel powder: a biosorbent, Environ. Technol. Innov. 12 (2018) 189–195.
[4] N.A.H.M. Zaidi, L.B.L. Lim, N. Priyantha, A. Usman, Artocarpus odoratissimus leaves as an eco-friendly adsorbent for the removal of toxic rhodamine B dye in aqueous solution: equilibrium isotherm, kinetics, thermodynamics and regeneration studies, Arab. J. Sci. Eng. 43 (2018) 6011–6020.
[5] V.d.S. Lacerda, J.B. Lopez-Sotelo, A. Correa-Guimaraes, S. Hernandez-Navarro, M. Sanchez-Bascones, L.M. Navas-Gracia, P. Martin-Ramos, J. Martin-Gil, Rhodamine B removal with activated carbons obtained from lignocellulosic waste, J. Environ. Manage. 155 (2015) 67–76.
[6] F.R. Oliweira, A.K. Patel, D.P. Jaisi, H. Lu, S.K. Khanal, Environmental application of biochar: current status and perspectives, Bioresour. Technol. 246 (2017) 110–122.
[7] M.T. Yagub, T.K. Sen, S. Afroze, H.M. Ang, Dye and its removal from aqueous solution by adsorption: a review, Adv. Colloid Interface Sci. 209 (2014) 172–184.
[8] M. Rafatullah, O. Sulaiman, R. Hashim, A. Ahmad, Adsorption of methylene blue on low-cost adsorbents: a review, J. Hazard. Mater. 177 (2010) 70–80.
[9] Z.L. Cheng, Y.X. Li, Z. Liu, Study on adsorption of rhodamine B onto Beta zeolites by tuning SiO2/Al2O3 ratio, Ecotox. Environ. Safe. 148 (2018) 585–592.
[10] M.A. Islam, M.J. Ahmed, W.A. Khanday, M. Asif, B.H. Hameed, Mesoporous activated coconut shell-derived hydrochar prepared via hydrothermal carbonizationNaOH activation for methylene blue adsorption, J. Environ. Manage. 203 (2017) 237–244.
[11] M.A. Islam, M.J. Ahmed, W.A. Khanday, M. Asif, B.H. Hameed, Mesoporous activated carbon prepared from NaOH activation of rattan (Lacosperma secundiflorum) hydrochar for methylene blue removal, Ecotox. Environ. Safe. 138 (2017) 279–285.
[12] H. Saygılı, F. Guzel, High surface area mesoporous activated carbon from tomato processing solid waste by zinc chloride activation: process

optimization, characterization and dyes adsorption, J. Clean. Prod. 113 (2016) 995–1004.

[13] D. Banerjee, P. Bhowmick, D. Pahari, S. Santra, S. Sarkar, B. Das, K.K. Chattopadhyay, Pseudo first ordered adsorption of noxious textile dyes by low temperature synthesized amorphous carbon nanotubes, Physica E 87 (2017) 68–76.

[14] H.W. Liang, Q.F. Guan, L.F. Chen, Z. Zhu, W.J. Zhang, S.H. Yu, Macroscopic-scale template synthesis of robust carbonaceous nanofiber hydrogels and aerogels and their applications, Angew. Chem. Int. Ed. 51 (2012) 5101–5105.

[15] B.L. Tran, H.Y. Chin, B.K. Chang, A.S.T. Chiang, Dye adsorption in ZIF-8: the importance of external surface area, Microporous Mesoporous Mater. 277 (2019) 149–153.

[16] M. Wakkel, B. Khiari, F. Zagrouba, Textile wastewater treatment by agro-industrial waste: equilibrium modelling, thermodynamics and mass transfer mechanisms of cationic dyes adsorption onto low-cost lignocellulosic adsorbent, J. Taiwan Inst. Chem. E. 96 (2019) 439–452.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ISOTHERM AND THERMODYNAMICS STUDIES OF NEUTRAL RED ADSORPTION USING LEMON PEEL

Adnan Aldemir[1*] & Ali Rıza Kul[2] & Hülya Koyuncu[3] & Hasan Elik[2]

[1]Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department, 65080, Van, Turkey
[2]Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Science, Chemistry Department, 65080, Van, Turkey
[3]Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Chemical Engineering Department, 16310, Bursa, Turkey
**Corresponding author e-mail: adnanaldemir@yyu.edu.tr*

Abstract: The use of synthetic chemical dyes in various industrial processes has increased considerably over the last few years. Industrial wastewater containing such dyes is generally discarded as effluents. Adsorption is widely used in the removal of dyes from wastewaters. Although activated carbons are among the most effective adsorbents with high surface areas and can be regenerated by thermal desorption or combustion of the toxicant in air, but it is still considered expensive. Recently, attention has been focused on the development of low cost adsorbent for the application concerning treatment of wastewater. In this study lemon peel from Adana/Turkey region were utilized as an adsorbent for the removal of Neutral Red (NR) which is one of the common dyes, from aqueous solution in batch experiments. Effects of initial dye concentration, contact time and temperature were investigated at the adsorption experiments. Concentration of NR in dye solution determined for 180 minute with spectrophotometer at maximum absorption wavelength of 530 nm. The adsorption experiments were conducted at four different concentrations (25, 35, 45, 55 ppm) and three different temperatures (298 K, 308 K, 318 K). Unknown NR concentration was measured using calibration curve which was plotted between absorbance and certain concentrations of dye solutions. The data were applied to Langmuir, Freundlich and Temkin adsorption isotherms. According to the results, Freundlich isotherm model becomes more convenient option compared with other two isotherm models. Freundlich model coefficients raise as the temperature rises, showing that the adsorption process becomes favorable higher temperature. Activation parameters for instance free energy (ΔG), enthalpy (ΔH) and entropy (ΔS) values were assessed. Absolute values of free energy, enthalpy and entropy values of NR onto lemon peel are calculated as 1.6731 kJ/mol, 11.055 kJ/mol and 41.325 J/mol.K, respectively. It was also found that lemon peel has a good adsorption capacity and experimental data demonstrate that lemon peel may be an alternative material than costly adsorbents for dye removal from wastewaters.

Keywords: dye adsorption, neutral red, thermodynamic parameters, adsorption isotherms, lemon peel

1. INTRODUCTION

Dyes are widely used in many industries to color their products, such as paper, leather, dye manufacturing and textile finishing industries [1–3]. With the development of technology and industry, more and more attention has been paid to water pollution which contains dyes, for example neutral red, metanil yellow [4], congo red [5] and methylene blue [6]. The presence of dyes in water is undesirable since even a very small amount of these coloring agents is highly visible and may cause many significant problems such as carcinogenicity and toxicity to aquatic environment [7]. In recent years, dye removal has been an interesting research area, as government legislation concerning the release of contaminated effluent has become more stringent.

Physical and chemical methods have been designed to treat contaminated water before drainage, such as adsorption [8–12], biological oxidation [13], membrane separation [14], electrochemical techniques [15, 16] and ion exchange [17, 18]. However, all of these methods suffer from one limitation or another, such as high cost, generation of secondary pollutants and poor removal efficiency, and none have been successful in removing dyes from wastewater completely. Adsorption has been found to be efficient, economical and the simplest process used for wastewater treatment [19, 20]. Currently activated carbon is the most effective absorbent and is widely used for wastewater treatment [21–23], due to its vast surface area and affinity for many organic chemicals, however, its manufacturing and regeneration costs are high [24]. In order to reduce the cost of an adsorption system, lots of low cost alternative adsorbents have been reported in the literature, which include fly ash [25], chitosan [26], wasted activated sludge [27], deoiled soya [28], natural zeolite/base [29] and bottom ash [30]. Nevertheless, sorption potential of most of these low cost sorbents is generally low. Consequently, searching for inexpensive and high efficiency materials as adsorbents for dyes removal therefore seems to be more and more important.

The ideal adsorbent should be economic, eco-friendly, highly efficient, abundant and renewable. The agricultural waste materials, mainly composed of lignin and cellulose, meet these requirements representing aviable option for remediation of wastewater containing dyes. Waste peels from fruits and vegetables have been proposed as an emerging biosorbent presenting promising results in the treatment of water polluted with dyes. Some studies have evaluated fruit peels for their capacity to remove dye molecule through interactions (complexation, physical and chemical adsorption, precipitation and ion exchange) between the dye molecule and functional groups on the surface of the peel. Literature review shows the

use of banana, orange and cucumber peel for the removal of heavy metal ions and evaluated the feasibility of lemon peel waste as biosorbent for the removal of cobalt from aqueous solution obtaining promising results. Among waste from fruits, a special attention should be paid to the large production of citrus fruits. According to the Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO-STAT), the total citrus production was more than 120 million tons in 2016. Spain was the 9th producer in the world of this agricultural raw material which entails a large quantity of wastes (FAO, 2016). As most of the peels are discarded as waste without application, their use as a low-cost and eco-friendly adsorbent is a promising alternative.

Therefore, the objective of the present study is to using lemon peel (LP) as a natural low-cost biosorbent to investigate its dye removal ability from aqueous solutions containing neutral red (NR) as the dye contaminant. Effective parameters such as initial concentration and temperature were investigated on NR removal. This dye was selected as adsorbate because it is commonly used dye. For this aim isotherm and thermodynamic studies of this NR adsorption on LP was conducted.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1 Adsorbent (Lemon Peel)

Adsorption experiments were carried out with lemon peel (LP) from which grown on the Adana, Turkey.The lemons used in this study were collected from the lemon trees in a local garden. Prepared lemon peels were first washed with distilled water and dried in an oven at 60 °C until steady weight. The dried adsorbent was ground in a mill and separated into different size fractions using a set of sieves. Samples of particle size between 1.50 mm and 2 mm were used in further experiments

2.2 Adsorbate (Neutral Red)

The basic cationic dye, NR, was used as the adsorbate in this research. The formula of NR is $C_{15}H_{16}N_4HCl$ and molecular weight 288.78 g/mol. This dye was taken from Merck Chemicals Company and used without any purification. The stock dye solution was prepared by dissolving 1 g of NR in 1000 ml distilled water. The solutions used at adsorption process were obtained by diluting the stock dye solution with deionised water to the appropriate concentration of the solutions.

2.3 Adsorption Experiments

In the batch adsorption experiments which were realized in a temperature-controlled water bath, 2 g of adsorbent was treated with 500

mL of the dye solution. The adsorption experiments were conducted at four different concentrations (25, 35, 45, 55 ppm) and three different temperatures (298 K, 308 K, 318 K). Unknown NR concentration was measured using calibration curve which was plotted between absorbance and certain concentrations of dye solution. The NR concentration in the solution of dye determined for 180 min while the nötral pH was gradually adjusted by adding H_2SO_4 or NaOH solutions (0.1 M). All experiments were achieved in duplicate at the same conditions which were made for 298 K, 308 K and 318 K temperatures in the water bath and the average values taken to represent the result with all data being calculated. After adsorption experiments, immediately the suspensions were separated by centrifuge. The concentration of NR in solution at a maximum absorption wavelength of 530 nm was evaluated the UV/VIS spectrophotometer (PG Instruments Ltd, T80 model). A calibration curve was obtained by plotting among absorbance and certain concentrations of the dye solution. Unknown NR concentration was measured using a calibration curve. The dye adsorption capacity on the adsorbent is given with Eq. (1);

$$q_e = \frac{(Co - Ce)}{m} V \qquad \textbf{(1)}$$

where V symbolizes the solution volume (L), C_0 and Ce represent initial and the equilibrium concentration of dye (mg/L) and m denotes adsorbent mass (g). Ultimately, obtained data from this study were tested by fitting in isotherm and thermodynamic relationships to design the appropriate NR dye remove system using LP adsorbent.

3. RESULTS and DISCUSSION

3.1 Equilibrium Isotherm Modeling Studies

Adsorption isotherms provide fundamental chemical data to evaluate the applicability of specific adsorbents as they are used to describe how adsorbates interact with them. Several theories of adsorption equilibrium were applied for the analysis of equilibrium adsorption data. In the present work, the equilibrium adsorption data have been analyzed using the three well-known Langmuir, Freundlich and Temkin models. Three models were applicable for the descriptions of the experimental results obtained at three different temperatures. The parameters of these isotherm models were calculated by regression using linear form of isotherm equations. The amount of NR adsorbed per unit of mass of samples and the equilibrium concentration in the aqueous solution for three temperatures is presented

in Figure 1. The adsorption efficiency increases with increasing initial NR concentrations.

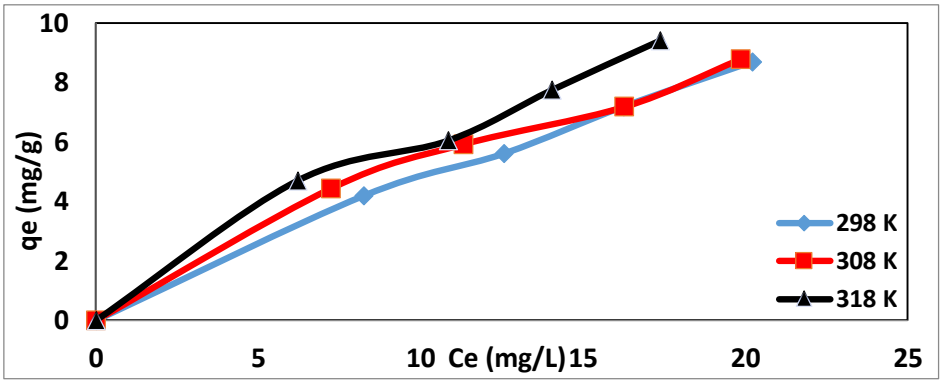


Figure 1. Adsorption isotherms for NR on the lemon peel for different temperatures

3.2 Langmuir Isotherm Model

The Langmuir isotherm theory supposes that the adsorption comes from the monolayer coverage of adsorbate over a homogenous adsorbent surface and takes place at specific homogeneous sites within the adsorbent. Once dye molecule takes over a site, no further adsorption can take place at that one. A linear representation of the Langmuir adsorption isotherm model is given with Eq. (2);

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_m K_L} + \frac{C_e}{q_m} \qquad (2)$$

where Ce is the equilibrium concentration (mg/L) of the NR, qe (mg/g) is the NR amount adsorbed at equilibrium, q_m (mg/g) and K_L (L/mg) are Langmuir constants related to the adsorption capacity and adsorption energy, which can be calculated from linear regression of Ce/qe versus Ce. Langmuir isotherm results of NR adsorption on lemon peel for 298 K, 308 K and 318 K gives at Figure 2, respectively.

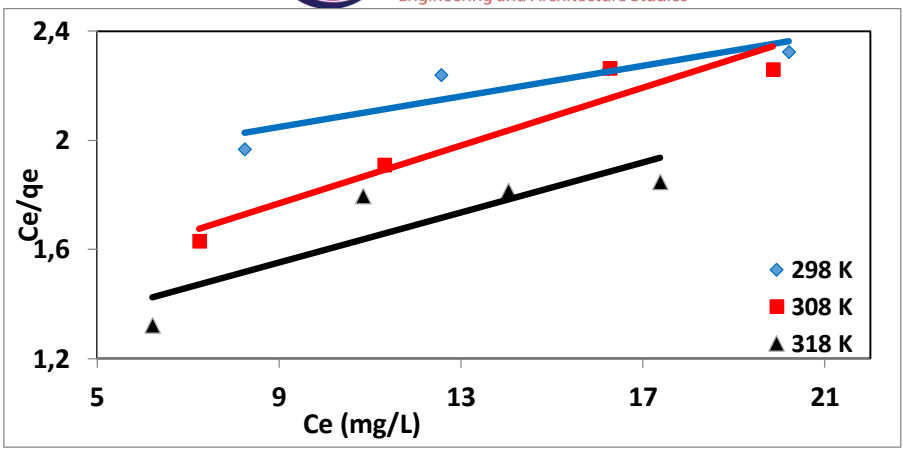


Figure 2. Langmuir adsorption isotherm for NR adsorption on lemon peel

3.3 Freundlich Isotherm Model

The Freundlich isotherm considers a heterogeneous surface of the adsorbent assuming that adsorption occurs on sites having different adsorption energy. The energy of adsorption varies as a function of surface coverage. The Freundlich model is also applicable to multilayer adsorption, and its linear representation empirical equation is given with Eq. (3);

$$\ln q_e = \ln K_F + \frac{1}{n}\ln C_e \qquad \textbf{(3)}$$

where K_F is the Freundlich constant that is related to the adsorption capacity and n is the heterogenity factor. K_F and n constants are determined by plotting lnqe versus to lnCe. ln K_F is obtained from the y axis of the linear line and the slope of this line gives 1/n. Freundlich isotherm results of NR adsorption on lemon peel for 298 K, 308 K and 318 K gives at Figure 3, respectively.

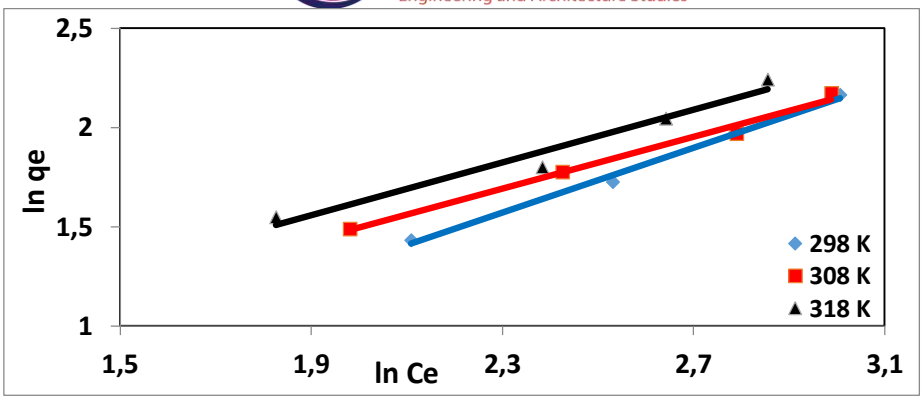


Figure 3. Freundlich adsorption isotherm for NR adsorption on lemon peel

3.4 Temkin Isotherm Model

Temkin isotherm is modeled by assuming that the decrease in the heat of adsorption followed the linear trend rather than a logarithmic curve.

$$q_e = BLnK_T + BLnC_e \quad \textbf{(4)}$$

B= RT / b, T absolute temperature (K), R The universal gas constant (J / mol K), K_T equilibrium correlation constant (L/mg) is related to the adsorption temperature and is a constant. The increase in isotherm constants increases with the temperature of the adsorption temperature (B), indicating that the adsorption is endothermic. Temkin isotherm results of NR adsorption on lemon peel for 298 K, 308 K and 318 K gives at Figure 4, respectively.

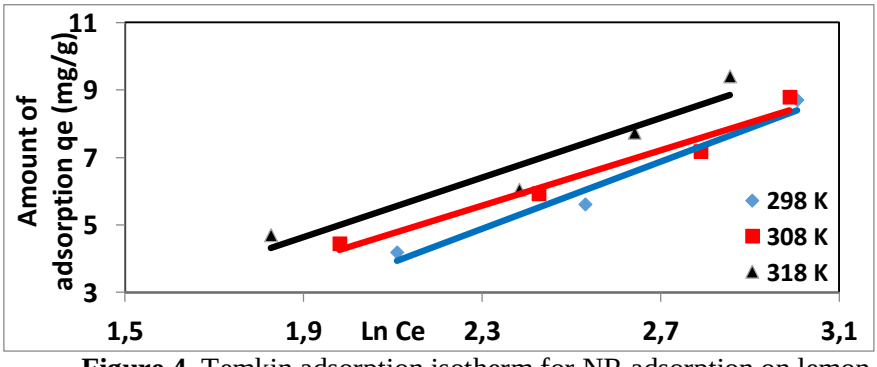


Figure 4. Temkin adsorption isotherm for NR adsorption on lemon peel

Table 1. Adsorption isotherm model parameters of NR adsorption on lemon peel

Temp	Langmuir			Freundlich			Temkin		
(K)	K_L (L/g)	q_m (mg/g)	R^2	K_F (L/g)	n	R^2	K_T (L/g)	B (J/mol)	R^2
298	0,1553	18,832	0,819	1,2138	1,1665	0,994	0,8606	2,6528	0,933
308	0,4115	21,834	0,922	1,3639	1,2224	0,992	0,8919	2,7398	0,965
318	0,4928	35,842	0,763	1,4419	1,5337	0,989	0,8961	3.0446	0,956

3.5 Thermodynamic Studies

Thermodynamic investigation is required to determine importance of adsorption process. The thermodynamic parameters, namely free energy (ΔG°), enthalpy (ΔH°) and entropy (ΔS°) are significant to determine heat change the adsorption process for NR dye on lemon peel. These parameters are calculated by the equations given below:

$$Ke = \frac{C_{Ads}}{Ce} \quad (5)$$

$$\Delta G^{\circ} = -RT \ln K_C \quad (6)$$

$$\ln Ke = \frac{\Delta S^{\circ}}{R} - \frac{\Delta H^{\circ}}{RT} \quad (7)$$

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T\Delta S^{\circ} \quad (8)$$

where, Ke is the equilibrium constant, C_{Ads} represents the dye amount adsorbed mg on the kaolin per litter of the solution at equilibrium, adsorbent of adsorbent per unit litter of solution and Ce is the equilibrium concentration of dye in the solution (milligrams per litter). R is the universal gas constant (8.314 J/mol K) and T is the temperature (K). ΔH° and ΔS° parameters are calculated from the slope and intercept of the plot natural logarithm of Ke versus 1/T given in Figure 5.Calculated thermodynamic parameters were listed in Table 2.

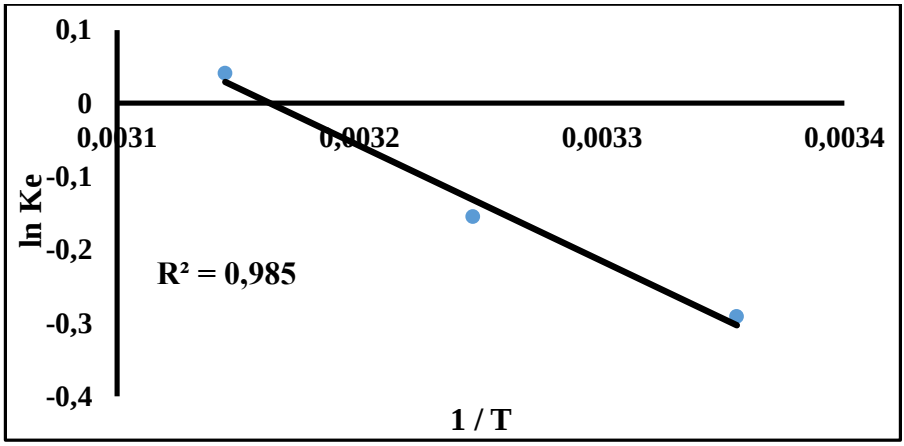


Figure 5. Van't Hoff plot for the adsorption of NR on lemon peel

Table 2. Thermodynamic parameters of NR adsorption on lemon peel

Temp (K)	Ke	ΔG° (kJ/mol)	ΔH° (kJ/mol)	ΔS° (J/mol.K)	R^2
298	1,6628	-1.2597			
308	1,9221	-1.6731	11.055	41.325	0.985
318	2,2014	-2.0864			

4. CONCLUSION

In this study lemon peel from Adana region were utilized as an adsorbent for the removal of NR which is one of the common dyes, from aqueous solution in batch process. Concentration of NR in dye solution determined for 180 minute with spectrophotometer at maximum absorption wavelength of 530 nm. The adsorption experiments were conducted at four different concentrations and three different temperatures. Unknown NR concentrations were measured using calibration curve which was plotted between absorbance and certain concentrations of dye solution. The data were applied to Langmuir, Freundlich and Temkin adsorption isotherms. According to the experimental results, Freundlich isotherm model becomes more convenient option compared with other two isotherm models. Freundlich model coefficients raise as the temperature rises, showing that the adsorption process becomes favorable higher

temperature. Activation parameters for instance free energy (ΔG), enthalpy (ΔH) and entropy (ΔS) values were assessed. Absolute values of free energy, enthalpy and entropy values of NR onto lemon peel are calculated as 3.058kJ/mol, 17087 J/mol and 62.369 J/mol.K, respectively. It was also found that lemon peel has a good adsorption capacity for dye removal. Experimental data demonstrate that lemon peel which is waste of widely grown fruits may be an alternative material than costly adsorbents such as active carbon for dye removal in wastewaters.

REFERENCES

[1] V.K. Cupta, D. Pathania, S. Sharma, S. Agarwal, P. Singh, Journal of Molecular Liquids 177 (2013) 325–334.

[2] M. Belhachemi, F. Addoun, Desalination and Water Treatment 37 (2012) 122–129.

[3] A. Mittal, J. Mittal, A. Malviya, D. Kaur, V.K. Gupta, Journal of Colloid and InterfaceScience 343 (2010) 463–473.

[4] A. Mittal, V.K. Gupta, A. Malviya, J. Mittal, Journal of Hazardous Materials 151 (2008) 821–832.

[5] A. Mittal, J. Mittal, A. Malviya, V.K. Gupta, Journal of Colloid and Interface Science 340 (2009) 16–26.

[6] V.K. Gupta, D. Pathania, S. Agarwal, P. Singh, Journal of Hazardous Materials 243 (2012) 179–186.

[7] S.B. Hartono, S. Ismadji, Y. Sudaryanto, W. Irawaty, Journal of Industrial and Engineering Chemistry 11 (2005) 864–869.

[8] V.K. Gupta, S. Agarwal, T.A. Saleh, Journal of Hazardous Materials 185 (2011) 17–23.

[9] V.K. Gupta, I. Ali, V.K. Saini, Water Research 41 (2007) 3307–3316.

[10] A. Mittal, D. Jhare, J. Mittal, Journal of Molecular Liquids 179 (2013) 133–140.

[11] A. Mittal, D. Kaur, A. Malviya, J. Mittal, V.K. Gupta, Journal of Colloid and InterfaceScience 337 (2009) 345–354.

[12] V.K. Gupta, A. Mittal, A. Malviya, J. Mittal, Journal of Colloid and Interface Science335 (2009) 24–33.

[13] Y.H. Lee, R.D. Matthews, S.G. Pavlostathis, Water Environment Research 78 (2006) 156–169.

[14] Z. Badani, C. Cabassud, H. Ait-Amar, Desalination and Water Treatment 9 (2009) 105–111.

[15] V.K. Gupta, R. Jain, S. Vaeshney, Journal of Colloid and Interface Science 312 (2007) 292–296.

[16] A. Sakalis, K. Mpoulmpasakos, U. Nickel, K. Fytianos, A. Voulgaropoulos, Chemical Engineering Journal 111 (2005) 63–70.

[17] V.K. Gupta, I. Ali, T.A. Saleh, A. Nayak, S. Agarwal, RSC Advances 2 (2012) 6380–6388.

[18] S. Raghu, C.A. Basha, Journal of Hazardous Materials 149 (2007) 324–330.

[19] V.K. Gupta, A. Rastogi, A. Nayak, Journal of Colloid and Interface Science 341 (2010) 533–539.

[20] V.K. Gupta, S. Agrawal, T.A. Saleh, Water Research 45 (2011) 2207–2212.

[21] A. Özer, G. Akkaya, M. Turabik, Journal of Hazardous Materials 135 (2006) 355–364.

[22] V.K. Gupta, S.K. Sricastava, D. Mohan, S. Sharma, Waste Management 17 (1997) 517–522.

[23] V.K. Gupta, B. Gupta, A. Rastogi, S. Agarwal, A. Nayak, Journal of Hazardous Materials 186 (2011) 891–901.

[24] M. Otero, F. Rozada, L.F. Calvo, A.I. Garcia, Biochemical Engineering Journal 15 (2003) 59–68.

[25] V.K. Gupta, D. Mohan, S. Sharma, M. Sharma, Separation Science and Technology 35 (2000) 2097–2113.

[26] J.S. Piccin, G.L. Dotto, M.L.G. Vieira, L.A.A. Pinto, Journal of Chemical & Engineering Data 56 (2011) 3759–3765.

[27] A. Mittal, J. Mittal, A. Malviya, D. Kaur, V.K. Gupta, Journal of Colloid and Interface Science 342 (2010) 518–527.

[28] G. Annadurai, R.S. Juang, P.S. Yen, D.J. Lee, Advances in Environmental Research 7 (2003) 739–744.

[29] D. Karadag, E. Akgul, S. Tok, F. Ertuek, M.A. Kaya, M. Turan, Journal of Chemical &Engineering Data 52 (2007) 2436–2441.

[30] A. Mittal, J. Mittal, A. Malviya, V.K. Gupta, Journal of Colloid and Interface Science334 (2010) 497–507.

International Symposium
on Academic Studies in Science,
Engineering and Architecture Studies

CELLULOSE ISOLATION BY CHEMICAL TREATMENT OF VARIOUS LIGNOCELLULOSIC MATERIALS: A STUDY ON CELLULOSE YIELD

Naile Karakehya

(Asst. Prof. Dr.); Department of Environmental Protection and Control, Eskişehir Vocational School, Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Turkey, nkarakehya@ogu.edu.tr

Abstract: Lignocellulosic biomass is mainly composed of cellulose, hemicellulose, lignin, extractive materials and ash. Cellulose is a sustainable and abundant natural polymer with wide range of industrial applications. In this study, cellulose was isolated from horse-chestnut tree wood, tomato stem, willow tree wood and sunflower seed shells by chemical treatment. Chemical treatment process is carried out in three steps. The first step is the removal of extractives (dewaxing) using benzene/ethanol mixture. In the second step, lignin in the samples was removed (bleaching) using an acidified sodium chlorite solution. The process was repeated until the products became white/beige color. In the final step, potassium hydroxide solution was used for hemicellulose extraction. The weight loss of the samples was determined at the end of each chemical treatment step. The cellulose isolation yields were calculated. The ASTM standard test procedure was applied for determination of ash contents. The greatest yield of cellulose was obtained from sunflower husks. However, it was observed that the sample containing the highest amount of ash was tomato stem.

Keywords: Biomass, Cellulose Isolation, Bleaching, Yield, Ash Content

INTRODUCTION

Cellulose is the most abundant biopolymer on Earth and it is the main component of cell wall of the land plants. Cellulose has been used by human since ancient eras in the form of paper, rope and clothing. The usage of cellulose in daily life supported the development of society. Today, cellulose is widely used in modern industries because it is biodegradable, inexpensive and renewable and has many promising properties. Cellulose is a linear polysaccharide polymer, consisting of many D-glucose units linked by β-1,4 glycosidic bonds. The structures formed by cellulose molecules coming together in bundles is called micro fibrils.

Lignocellulosic biomass is mainly composed of cellulose, hemicellulose, lignin, extractive materials and ash. These components are present biomass in varying ratios depending on the plant species. Many scientific studies have been conducted to determine the chemical content of different biomass species (Garcia-Maraver et al., 2013). In this study,

cellulose was isolated from horse-chestnut tree wood, tomato stem, willow tree wood and sunflower husks by chemical treatment. The cellulose isolation yields and ash contents were determined.

EXPERIMENTAL

Materials

An agricultural waste, greenhouse tomato (*Solanum lycopersicum var. cerasiforme*) stem (TS) was collected from 2016 harvest in Beymelek, Antalya. As an agro-industrial waste, whole processed and roasted sunflower (*Helianthus annuus L.*) husks (SS) were procured from a local market (Tadım, Turkey). The seeds were manually removed from the seed pods and the shells were used. The wood samples of horse-chestnut tree (*Aesculus hippocastanum L.*) (HCW) and willow tree (WW) (*Salix babylonica L.*) were collected from the pruning of the trees at the Osmangazi University Campus in November 2017. Four biomass samples were washed several times with distilled water and dried at 90°C for two days. Afterwards, they were grounded and sieved to give a size fraction below 90 μm. These samples were dried again at 90°C for 12 h and stored in glass bottles.

Benzene (C_6H_6, ≥99%, Aldrich), ethanol (C_2H_6O, Merck), sodium chlorite ($NaClO_2$, 80%, Sigma-Aldrich), acetic acid (CH_3COOH, 99.8%, Sigma-Aldrich) and potassium hydroxide (KOH, 90%, Sigma-Aldrich) were of analytical grade and used without further purification.

Extraction of cellulose

About 25 g biomass sample and 450 mL benzene/ethanol (2:1, v/v) mixture was stirred at room temperature for 20 h to ensure a complete removal of wax, pigments and oils. The mixture was then filtered and washed several times with distilled water and the remaining solid was dried at 55°C for about 24 h. The dewaxed sample was then added into 1000 mL of 1.4% (wt.%) acidified $NaClO_2$ solution with pH adjusted to 3.0-4.0 by CH_3COOH and heated to 70°C under continuous mechanical stirring for 4 h to remove the lignin. The mixture was vacuum filtered and washed several times with distilled water. This process was repeated four times. The straw-coloured residue was treated with 600 mL of 5% (wt.%) KOH solution at 90°C for 4 h. The product was separated from the mixture via centrifugation and washed repeatedly with distilled water and freeze-dried.

RESULTS AND DISCUSSION

In this study chemical treatment process of biomass samples were carried out in three steps. The weight of the samples were determined at the end of each chemical treatment step. The results were given in Table 1.

Table 1. The weight of the samples at three steps of cellulose isolation

Sample Name	Initial weight (g)	Step 1 dewaxing (g)	Step 2 bleaching (g)	Step 3 KOH (g)
TS	25	18.51	14.74	6.88
HCW	25	21.87	17.91	6.19
WW	25	21.39	16.55	7.52
SS	25	23.66	20.24	8.74

Extraction with 2:1 v/v benzene/ethanol removed waxes and other organic soluble ingredients, yielding 74, 87.5, 85.6 and 94.6% dewaxed TS, HCW, WW and SS, respectively. In another study, the de-waxed material was obtained from tomato peels in 89% yield by the same chemical process (Jiang and Hsieh, 2015).



Figure 1. The optical photographs of α-cellulose as an aqueous solution and in a dry state.

In the second step, samples were bleached using an acidified sodium chlorite/water solution. The main purpose of this step is to remove lignin. The yield of this step was 79.6, 81. 9, 77.4 and 85.5% for TS, HCW, WW and SS, respectively. The lignin contents in TS, HCW, WW and SS were 15.1, 15.8, 19.4 and 13.7%, respectively based on extracted material. The lignin contents of olive tree and almond tree wood were reported in the literature as 17 and 25.7%, respectively (Ververis et al., 2004).

In the third step, the samples were treated in 5 wt.% potassium hydroxide to remove mainly hemicellulose, residual starch and pectin. The yield of this step was 46.7, 34.6, 45.4 and 43.2% for TS, HCW, WW and SS, respectively. After the third step, pure α-celluloses were obtained from the samples (Figure 1). The α-cellulose contents in TS, HCW, WW and SS were 27.5, 24.8, 30.1 and 35%, respectively in the total weight of dry biomass (Fig. 2). Alpha-cellulose is a pure form of cellulose which is obtained by extraction of biomass sample with strong alkali solution (Adams and Bishop, 1953).

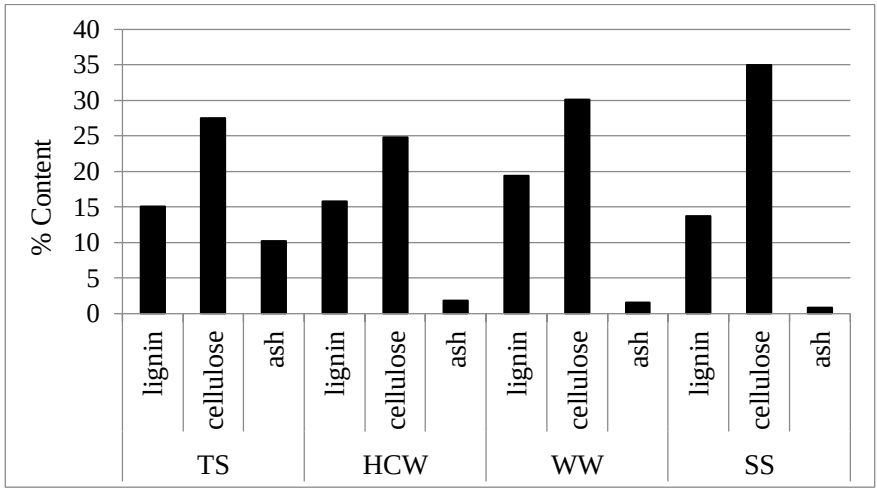


Figure 2. Lignin, cellulose and hemicellulose content of biomass samples.

The ASTM standard test procedure was applied for ash content (ASTM D 1102-84). The ash contents in TS, HCW, WW and SS were 10.2, 1.8, 1.6 and 0.8%, respectively based on dry weight of the sample.

CONCLUSION

Lignocellulosic biomass is mainly composed of cellulose, hemicellulose, lignin and extractive materials. The ratios of these components in biomass is very important for pyrolysis. Each of them has different decomposition behaviour. Hemicellulose is the easiest one to be pyrolysised, next is cellulose and lignin is the most difficult one (Jahirul et al., 2012). Lignin is highly efficient component in biofuel production. However, ash content of biomass may cause a lot of technological and environmental problems during biomass processing (Vassilev et al., 2017).

In this study, greatest yield of α-cellulose was obtained from sunflower husks. However, it was observed that the sample containing the highest amount of ash was tomato stem. The ash content were higher at agricultural wastes compared to wood samples.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by Eskişehir Osmangazi University Scientific Research Projects Commission (Project Number: 201544004, 2015-555).

REFERENCES

1. Garcia-Maraver, A., Salvachúa, D., Martínez, M.J., Diaz, L.F. and Zamorano, M. (2013). Analysis of the relation between the cellulose, hemicellulose and lignin content and the thermal behavior of residual biomass from olive trees. Waste Manage., 33 (11): 2245-2249.
2. Jiang, F. and Hsieh, Y.L. (2015). Cellulose nanocrystal isolation from tomato peels and assembled nanofibers. Carbohydr. Polym., 122 (20): 60-68.
3. Ververis, C., Georghiou, K., Christodoulakis, N., Santas, P. and Santas, R. (2004). Fiber dimensions, lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production. Ind. Crops Prod., 19 (3): 245-254.
4. Adams, G.A. and Bishop, C.T. (1953). Polysaccharides associated with Alpha-Cellulose. Nature, 172: 28-29.

5. Jahirul, M.I., Rasul, M.G., Chowdhury, A.A. and Ashwath, N. (2012). Biofuels Production through Biomass Pyrolysis. Energies, 5: 4952-5001.
6. Vassilev, S.V., Vassileva, C.G., Song, Y.C., Li, W.Y. and Feng, J. (2017). Ash contents and ash-forming elements of biomass and their significance for solid biofuel combustion. Fuel, 208: 377-409.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ÇÖREK OTU PRES KEKİNDEN KİMYASAL AKTİVASYONLA AKTİF KARBON ÜRETİMİ

Production of Activated Carbon by Chemical Activation from Black Cumin Press Cake

Belgin Karabacakoğlu[1]

[1] *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, bkara@ogu.edu.tr*

Öz: Aktif karbon başta yüksek yüzey alanı olmak üzere üstün yüzey kimyası özelliğinden dolayı en fazla kullanılan adsorbonlar arasında yer almaktadır. Aktif karbon üretiminde kömür ve odun gibi hammaddelerin yanında son yıllarda çeşitli biyo atıklardan aktif karbon üretilmesi ilgi çekici bir çalışma alanı olmaktadır.. Bu çalışmada biyo atık olarak çörek otu tohumlarından soğuk sıkma ile yağ üretiminin atığı olan pres keki kullanılmıştır. Hammadde öğütüldükten sonra elek analizi yapılmış ve sonrasında nem, kül, sabit karbon ve uçucu madde miktarı tayinleri yapılmıştır. Kimyasal aktivasyon için aktivasyon ajanı olarak $ZnCl_2$ ve H_3BO_3 kullanılmış, 1:1 ve 2:1 oranında kimyasal madde emdirilmiş hammadde 600 mL/dk azot akışı altında tüp fırın içine yerleştirilmiş paslanmaz çelik reaktörde 10 ^oC/ dk ısıtma hızında 500 ^oC de karbonize edilmiştir. Elde edilen aktif karbonların 77 K sıcaklıkta azot gazı adsorpsiyonu ile yüzey alanları, gözenek hacimleri, ortalama gözenek çapları ve gözenek boyut dağılımları belirlenmiştir. Asidik ve bazik yüzey grupları ise Boehm titrasyonu ile belirlenmiştir. En yüksek yüzey alanı 2:1 oranında $ZnCl_2$ ile 755 m^2/g olarak elde edilmiştir. Ayrıca $ZnCl_2$ kullanılarak elde edilen aktif karbonlar daha çok bazik yüzey gruplarına sahipken; H_3BO_3 ile aktivasyonda yüzey grupları oldukça yüksek oranda asidik olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aktif karbon, çörek otu pres keki, kimyasal aktivasyon.

Abstract: Activated carbon is among the most used adsorbents due to its high surface area and surface chemistry. In addition to the raw materials such as coal and wood in the production of activated carbon, the production of activated carbon from various bio wastes in recent years has been an interesting field of study. In this study, press cake, which is the waste of oil production from black cumin, is used as bio waste. After the raw material was milled, sieve analysis was performed and then moisture, ash, fixed carbon and volatile matter content were determined. $ZnCl_2$ and H_3BO_3 were used as the activation agent for chemical activation. The raw material impregnated with 1:1 and 2:1 ratio was carbonized at 500 ^oC in a stainless steel reactor placed in a tube furnace under a nitrogen flow of 600 mL/min at a heating rate of 10 ^oC/min. The surface areas, pore volumes, average pore diameters and pore size distributions of the obtained activated carbons were determined by nitrogen gas adsorption at 77 K temperature. Acidic and basic surface groups were determined by Boehm titration. The highest surface area was obtained with $ZnCl_2$ in the ratio of 2:1 as 755 m^2/g. In addition, activated carbons

obtained by using $ZnCl_2$ have more basic surface groups; in activation with H_3BO_3, the surface groups are highly acidic.

Keywords: Activated carbon, black cumin press cake, chemical activation.

GİRİŞ

Aktif karbon; üretimi için farklı kaynakların kullanılabilmesi ve uygulama alanlarının çeşitliliği ile üzerinde en çok araştırma yapılan konuların başında gelmektedir. Aktif karbon üretiminde kullanılan hammaddenin karbon içeren bir madde olması yeterlidir ve bu nedenle odun, kömür gibi doğal kaynakların yanında başka bir endüstrinin atığı veya ticari olarak değerlendirilmeyen bir artık (Kosheleva et al., 2019; Krishnamoorthy et al., 2019) kullanılabilmektedir. Karbon içerikli atık veya artıkların aktif karbon üretiminde kullanılması çevresel ve ekonomik açıdan daha iyi olmaktadır. Biyokütleden aktif karbon üretiminde fiziksel ve kimyasal aktivasyon olmak üzere iki yöntem vardır (Demiral et al., 2011; Nahil and Williams, 2012) . Fiziksel aktivasyon, biyokütlenin karbonizasyonu ve karbonizasyon sonucu üretilen katı ürünün CO_2 veya su buharı ile 800-1000 ^oC gibi yüksek sıcaklıklarda aktivasyonunu içeren iki aşamalı bir işlemdir. Kimyasal aktivasyon ise aktivasyon ajanı bir kimyasal maddenin biyokütleye emdirilmesinin ardından 400-600 ^oC gibi nispeten düşük sıcaklıklarda eşzamanlı karbonizasyon ve aktivasyonu içerir. Aktivasyon ajanı olarak çinko klorür ($ZnCl_2$), sülfürik asit (H_2S0_4), fosforik asit (H_3P0_4), potasyum hidroksit (KOH) ve sodyum hidroksit (NaOH) gibi kimyasal maddeler kullanılır. Bu maddeler hem aktif karbonun yüzey alanında hem de yüzey fonksiyonel gruplarında etkilidir. Asit bazlı aktivasyon, yüzey alanlarındaki artışa ek olarak, karbon yüzeyinde büyük miktarda -COO grubu içerir. Bu negatif yüklü karboksilik gruplar, özellikle kurşun, kadmiyum, kobalt ve cıva gibi ağır metallerin adsorpsiyonu için ek aktivite sağlar (Krishnamoorthy et al., 2019). Ayrıca kimyasal aktivasyonla daha yüksek yüzey alanına sahip aktif karbonlar üretilebilmektedir Aktif karbonun kullanım alanlarının başında adsorpsiyon gelirken daha yeni uygulamalarda ise katalizör desteği (Liu et al, 2019), elektrot (Chen et al., 2018) ve süperkapasitör (Chen et al., 2017) yapımında kullanımı ile ilgili çalışmalar dikkati çekmektedir.

Bu çalışmada aktif karbon üretiminde kullanılacak hammadde olarak ülkemizde bol bulunan çörek otunun mekanik presi ile sabit yağ eldesinin artığı olan çörek otu pres keki seçilmiştir. Hammaddeye uygulanan ön işlemlerden sonra kimyasal aktivasyon yöntemi ile aktif karbon üretilmiştir.

MATERYAL & YÖNTEM

Hammadde temini ve analizler

Deneylerde kullanılan çörek otu pres keki yerel bir baharatçıdan temin edilmiştir. Pres keki yaklaşık 1 cm çapında ve 5-10 cm uzunluğunda silindir şeklindedir. Öncelikle hammadde öğütülmüş ve elek analizi yapılmıştır. Tanecik boyutu 0,850-0,60 mm aralığında olan hammadde deneylerde kullanılmıştır. Hammaddenin nem, kül ve uçucu madde içeriği sırasıyla ASTM D 4442-92, ASTM D 1102-84 R01 ve ASTME 897-8 standartlarına göre belirlenmiştir. Sabit karbon yüzdesi ise nem, kül ve uçucu madde miktarının 100' den çıkarılması ile belirlenmiştir.

Kimyasal Aktivasyon

Kimyasal aktivasyon kimyasal emdirme ve karbonizasyon-aktivasyon basamaklarından oluşur. Kimyasal emdirme aşamasında aktivasyon ajanı olarak $ZnCl_2$ ve H_3BO_3 kullanılmıştır. Bunun için 15 g hammaddeye kütlece 1:1 ve 2:1 oranlarında H_3BO_3 ve $ZnCl_2$ eklenerek 200 mL distile su ilavesiyle 80 °C de 2 saat süre ile geri soğutucuda emdirme yapılmıştır. Bu sürenin sonunda geri soğutucudan alınan numune süzülerek 85 °C de 24 saat süre ile etüvde bekletilmiştir. Etüvden alınan numuneden 15 g alınıp, tüp fırında 600 mL/dk N_2 akış hızında 10 ^oC/dk ısıtma hızı ile 500 ^oC' de karbonizasyon yapılmıştır. Üretilen aktif karbonlar sıcak distile su ile nötralleşene kadar yıkanmış ve 85 °C deki etüvde 24 saat süre ile kurutulmuştur.

Aktif Karbon Karakterizasyon Çalışmaları

Üretilen aktif karbonların yüzey alanı ve gözenek boyut dağılımı Autosorb-1-C (Quantachrome) cihazı ile belirlendi. Elde edilen aktif karbonların 77 K sıcaklıkta azot adsorpsiyonu ile yüzey alanları, gözenek hacimleri, ortalama gözenek çapları ve gözenek boyut dağılımları belirlenmiştir. Aktif karbon örnekleri analiz edilmeden önce 200 ^oC sıcaklıkta vakum altında 16 saat süre ile tutularak analize hazır hale getirilmiştir. N_2 adsorpsiyon izotermleri 10^{-6}-1 bağıl basınç (P/Po) aralığında elde edilmiştir. Yüzey alanı (S_{BET}) ve toplam gözenek hacmi (V_{mikro}) değerleri sırasıyla BET ve Dubinin-Radushkevich (DR) yöntemlerine göre hesaplandı. Tüm hesaplamalar Autosorb 1C'nin yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

Asidik ve bazik yüzey grupları ise Boehm titrasyonu ile belirlendi. Bunun için içerisinde 50 mL 0,05 M HCl, NaOH, Na_2CO_3 veya $NaHCO_3$ bulunan çözeltilere yaklaşık 0,25 g aktif karbon konuldu ve çalkalayıcılı

su banyosunda 25 ^{o}C sıcaklıkta 24 saat süre ile bekletildi. Çözeltilerden 5' er mL örnek alınarak 0,05 M HCl veya NaOH ile titre edildi. Titrasyon sonucunda elde edilen verilerden aşağıdaki eşitliğe göre mmol/g cinsinden asidik veya bazik yüzey gruplarının miktarı belirlenmiştir.

$$Yüzey\ grupları(mmol/\mathrm{g}) = (0{,}05.f.(Vk-V).20/5)/\mathrm{m} \quad (1)$$

Burada, f: titrasyon çözeltisinin faktörü; Vk: aktif karbon içermeyen çözeltilerle yapılan titrasyon sarfiyatı (mL); V: aktif karbon içeren çözeltilerle yapılan titrasyon sarfiyatı (mL); m: aktif karbonun kütlesi (g)' dir.

BULGULAR

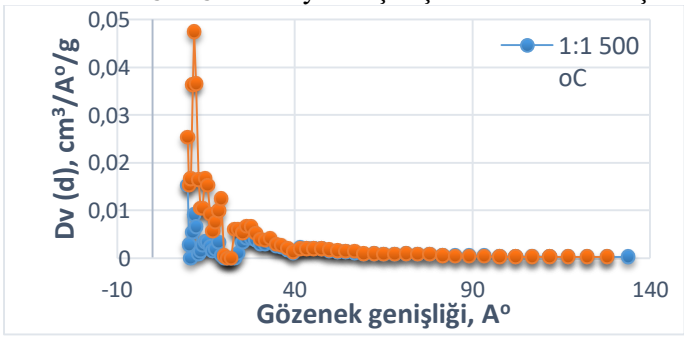
Deneysel çalışmalarda öncelikle hammaddenin nem, kül, uçucu madde ve sabit karbon miktarı belirlenmiş ve Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Hammaddenin bazı özellikleri

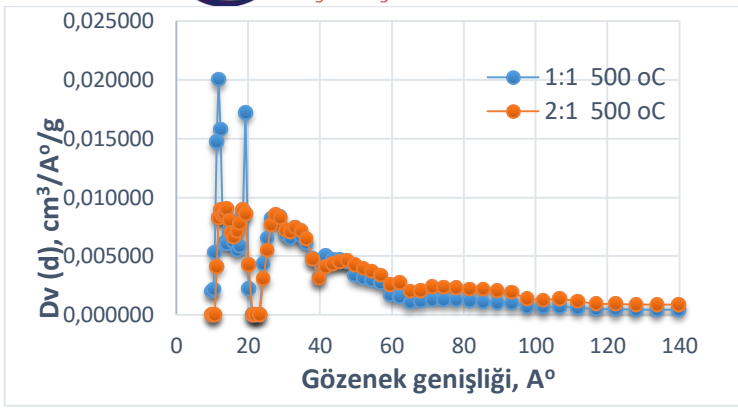
Yapılan Tayin	Miktar (%)
Nem Miktarı	7,32
Kül Miktarı	11,88
Uçucu Madde Miktarı	18,96
Sabit Karbon Miktarı	62,84

Hammaddenin sabit karbon miktarının fazla olması aktif karbon üretimi için kullanımının uygun olduğunu göstermektedir.

Üretilen aktif karbonların gözenek boyut dağılımları $ZnCl_2$ aktivasyonu için Şekil 1' de ve H_3BO_3 aktivasyonu için Şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 1. $ZnCl_2$ aktivasyonu ile elde edilen aktif karbonların gözenek boyut dağılımları.



Şekil 2. H_3BO_3 aktivasyonu ile elde edilen aktif karbonların gözenek boyut dağılımları.

Elde edilen aktif karbonların DFT yöntemi ile hesaplanan gözenek boyut dağılımları incelendiğinde $ZnCl_2$ kullanılarak üretilen aktif karbonların 10-40 A^0 arasında, H_3BO_3 kullanılarak elde edilen aktif karbonların ise 10-60 A^0 arasında pik verdiği görülmektedir. Uluslararası Saf ve Uygulamalı Kimya Birliği (IUPAC)'a göre gözenekli yapıdaki malzemeler için mikro gözenek (<20 A^0), mezo gözenek (20– 500 A^0) ve makro gözenek (>500 A^0) olacak şekilde sınıflandırılmıştır. Tüm aktif karbonlar IUPAC sınıflandırmasına göre mikro ve mezo gözeneklerden oluşmaktadır. Ancak $ZnCl_2$ aktivasyonu ile hazırlanan aktif karbonların mikro gözenek miktarı ve BET yüzey alanı daha fazladır.

Çörek otu pres kekinden 1:1 ve 2:1 emdirme oranlarında ve farklı kimyasal ajanlkar kullanılarak aktive edilen aktif karbonların BET yüzey alanı, toplam gözenek hacmi, ortalama gözenek çapları ve aktivasyon verimler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Üretilen aktif karbonların fiziksel özellikleri

Ak. Kim.	Em. Oranı	S_{BET} (m^2/g)	V_{toplam} (cm^3/g)	D_p (A^o)	Verim (%)
$ZnCl_2$	1:1	540	0,317	23,52	52,0
	2:1	755	0,426	22,55	47,3
H_3BO_3	1:1	368	0,394	42,80	55,1
	2:1	353	0,513	58,10	52,6

$ZnCl_2$ kullanılarak üretilen aktif karbonların BET yüzey alanları H_3BO_3 ile üretilen aktif karbonlarınkinden neredeyse iki katı kadar daha fazladır. Kimyasal emdirme oranının etkisi $ZnCl_2$' de daha belirgindir. 1:1 emdirme oranında BET yüzey alanı 540 m^2/g iken 2:1 oranında 755 m^2/g' a çıkmıştır. Aynı zamanda $ZnCl_2$ miktarının artması ile ortalama gözenek çapı çok az düşerken toplam gözenek hacmi 0,317 cm^3/g' dan 0,426 m^3/g' a yükselmiştir. Literatürde de yüksek yüzey alanı elde etmek için en fazla kullanılan aktivasyon ajanı $ZnCl_2$' dir (Kumar and Jena, 2015).

Aktif karbonlar için yüksek yüzey gözenekliliği kadar yüzey fonksiyonel grupları da önemlidir (Xie et al., 2017). Üretilen aktif karbonların Boehm titrasyonu ile belirlenen asidik veya bazik yüzey grupları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Aktif karbonların asidik veya bazik yüzey grupları

Akt. Kim.	Em. Oranı	Karboksilik (mmol/g)	Laktonik (mmol/g)	Fenolik (mmol/g)	Asidik (mmol/g)	Bazik (mmol/g)
$ZnCl_2$	1:1	0,4224	0,0384	0,8832	0,3840	1,2544
	2:1	0,2304	0,0768	0,2688	0,2496	1,2348
H_3BO_3	1:1	0,4608	0,0768	1,1904	1,7280	0,0392
	2:1	0,9216	0,3456	1,5744	2,8416	0,2352

H_3BO_3 ile elde edilen aktif karbonların asidik yüzey gruplarının daha fazla olduğu, $ZnCl_2$ ile elde edilen aktif karbonların bazik yüzey gruplarının daha fazla olduğu görülmüştür. En fazla bazik yüzey grubunun 1:1 emdirme oranında $ZnCl_2$ ile elde edilen aktif karbon da olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda en fazla asidik yüzey grubunun ise 2:1 emdirme oranında H_3BO_3 ile elde edilen aktif karbonda olduğu görülmüştür.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada çörek otu pres kekinden kimyasal aktivasyonla aktif karbon üretiminde aktivasyon kimyasalı ve emdirme oranının aktif karbonun yüzey özellikleri ve yüzey fonksiyonel gruplarına etkisi incelenmiştir. $ZnCl_2$ ile 2:1 emdirme oranında üretilen aktif karbon en

yüksek yüzey alanına sahiptir. Ayrıca $ZnCl_2$ ile üretilen aktif karbonlar bazik yüzey gruplarına sahipken, H_3BO_3 ile üretilen aktif karbonlar asidik yüzey gruplarına sahiptir. Bu nedenle bu aktif karbonlar farklı kirleticiler için daha iyi adsorpsiyon kapasitesi gösterebilirler.

Sonuç olarak bu çalışma ile çörek otu pres kekinin aktif karbon üretiminde kullanılabileceği ve aktivasyon kimyasalının değiştirilmesi ile farklı yüzey özelliklerine sahip aktif karbonlar üretilebileceği gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

Chen, H., Guo, Y., Wang, F., Wang, G., Qi, P., Guo, X., Dai, B., Yu, F. (2017) An Activated Carbon Derived from Tobacco Waste for Use as a Supercapacitor Electrode Material, New Carbon Materials, 32(6): 592-599.

Chen, Q., Pu, W., Hou, H., Hu, J., Liu, B., Li, J., Cheng, K., Huang, L., Yuan, X., Yang, C., Yang, J. (2018). Activated microporous-mesoporous carbon derived from chestnut shell as a sustainable anode material for high performance microbial fuel cells, Bioresource Technol., 249: 567–573.

Demiral, H., Demiral, İlknur, Karabacakoğlu, B., Tümsek, F. (2011) Production of activated carbon from olive bagasse by physical activation, Chemical Engineering Research & Design, 89: 206–213.

Kosheleva, R.I., Mitropoulos, A.C., Kyzas, G.Z. (2019). Synthesis of activated carbon from food waste, Environ. Chemistry Letters, 17: 429–438.

Krishnamoorthy, R., Govindan, B., Banat, F., Sagadevan,V., Purushothaman, M., Show, P.L. (2019), Date pits activated carbon for divalent lead ions removal, J. Bioscience and Bioengineering, 128: 88-97.

Kumar, A., Jena, H.M. (2015) High surface area microporous activated carbons prepared from Foxnut (Euryale ferox) shell by zinc chloride activation, Applied Surface Science, 356: 753–761.

Liu, J., Cui, J., Zhao, T., Fan, S., Zhang, C., Hu, Q. Hou, X. (2019) Fe_3O_4-CeO_2 loaded on modified activated carbon as efficient heterogeneous catalyst, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 565: 59-69.

Nahil, M.A., Williams, P.T. (2012) Pore characteristics of activated carbons from the phosphoric acid chemical activation of cotton stalks, Biomass Bioenergy, 37: 142–149.

Xie, R., Jin, Y., Chen, Y., Jiang, W. (2017) The importance of surface functional groups in the adsorption of copper onto walnut shell derived activated carbon, Water Science and Technology, 76: 3022–3034.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ATIK PİRİNÇ TALAŞLARINDAN METALİK BAKIR GERİ KAZANIMI

Metallic Copper Recovery from Waste Brass Chips

Belgin Karabacakoğlu[1] & Uğur Selengil[1]

[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü,
bkara@ogu.edu.tr, uselen@ogu.edu.tr

Öz: Bu çalışmada bir armatür döküm tesisinden alınan atık pirinç talaşlarından bakır metali geri kazanımı için kimyasal ve elektrokimyasal yöntemlerin uygunluğu incelenmiştir. Kimyasal bakır geri kazanımında asit türünün (HNO_3 ve H_2SO_4) ve sementasyon için kullanılan metalin (Zn ve Fe) etkisi incelenmiştir. Buna göre HNO_3 ve H_2SO_4' ün birlikte kullanıldığı ve sementasyon için demirin kullanıldığı kimyasal yöntem ile %100' e yakın bakır geri kazanım oranlarına ulaşılmıştır. Ayrıca bu yöntemle çözeltideki çinkoyu $ZnSO_4$ olarak elde etmek mümkün olmuştur. Elde edilen bakırın elemental analizi yapılmış ve %98,3 oranında Cu içerdiği belirlenmiştir. Elektrokimyasal yöntemde ise elektrolitteki asit türünün (HNO_3 ve H_2SO_4) etkisi incelenmiştir. HNO_3 ortamında yapılan elektroliz işleminde bakır geri kazanımı % 10 iken H_2SO_4 ortamında bu oran %99' a yükselmiştir. Sonuç olarak pirinç atıklarından bakır geri kazanımı için kimyasal yöntemin daha verimli ve maliyet etkin bir süreç olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pirinç alaşım, bakır geri kazanımı, hidrometürji.

Abstract: In this study, the suitability of chemical and electrochemical methods for recovery of copper metal from waste brass chips from an armature casting plant was investigated. The effect of acid type (HNO_3 and H_2SO_4) and metal used for cementation (Zn and Fe) in chemical copper recovery were investigated. Accordingly, copper recovery rates of nearly 100% were achieved with the chemical method where HNO_3 and H_2SO_4 were used together and iron was used for cementation. It was also possible to obtain zinc in the solution as $ZnSO_4$ by this method. Elemental analysis of the obtained copper was carried out and it was determined that it contains 98.3% Cu. In the electrochemical method, the effect of acid type (HNO_3 and H_2SO_4) in the electrolyte was investigated. In the electrolysis process in HNO_3 medium, copper recovery was 10% and in H_2SO_4 medium this ratio increased to 99%. As a result, it has been determined that the chemical method for recovering copper from brass wastes is a more efficient and cost effective process.

Keywords: Brass, copper recovery, hydrometallurgy.

GİRİŞ

Bakır ve çinko alaşımı olan pirinç; korozyon dayanımının yüksek olması, ergitme ve döküm kolaylığı, kolayca tel ve levha haline gelebilmesi gibi nedenlerle tesisat malzemesi, süs eşyası, vana, cıvata, elektrik armatürü üretimi gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Pirinç malzeme üreten yerlerde atık olarak pirinç talaşı ve pirinç cürufu (Abdel Basir and Rabah, 1999) çıkmaktadır. Bu atıklardan değerli metallerin geri kazanılması ekonomik ve çevresel açıdan son derece önemlidir. Metallerin pirinç atıklarından geri kazanılması ile ilgili çalışmalar genellikle hidrometalurjik işlemler ile yapılır. Ayrıca iyonik sıvılar kullanılarak metal geri kazanımı çalışmaları da araştırılmaktadır (Kılıçarslan et al., 2014).

Metallerin hidrometalürjik yöntemlerle ayrılması asit ile ektraksiyonu takiben uygun kimyasallar kullanılarak metalin istenen forma getirilmesi işlemlerinden oluşur. Son olarak çözeltide bulunun metali elektromotor seride o metale göre daha güçlü indirgen olan bir metalin ilavesi ile yer değiştirme tepkimesi sonucunda metalik hale getirilmesi işleminden oluşur. Bakıra ($E^o_{yük}$ = -0,34 V) göre yülseltgenme potansiyeli daha fazla olan Fe ($E^o_{yük}$ = +0,41 V) ve Zn ($E^o_{yük}$ = +0,76 V) sementasyon işlemi için uygun metallerdir (Yalçın and Gürü, 2010).

Bu çalışmanın amacı atık pirinç talaşlarından metalik bakır geri kazanımı için kimyasal ve elektrokimyasal yöntemleri geri kazanım verimi açısından değerlendirmektir.

MATERYAL & YÖNTEM

Pirinç talaşı temini

Bu çalışmada lavabo bataryası üreten bir firmadan alınan pirinç talaşı kullanılmıştır. Pirinç alaşımı %60 Cu ve %40 Zn içermektedir.

Kimyasal Yöntemle Bakır Geri Kazanımı

Geri kazanım çalışmaları için önce pirinç talaşının asitte çözündürülmesi gereklidir. Bunun için nitrik asit kullanılmıştır. Çözeltiye alınan iyonik haldeki bakırın metalik bakır olarak ayrılması için ise Zn veya Fe ile yer değiştirme tepkimelerinden yararlanılmıştır. Yöntem esas olarak asitle ekstraksiyon, çöktürme ve yer değiştirme tepkimelerinden oluşmaktadır.

Elektrokimyasal Yöntemle Bakır Geri Kazanımı

Elektroliz özellikle yüksek saflıkta metal eldesi için kullanılan yöntemler arasındadır. Elektrokimyasal yöntemle bakır geri kazanımı için önce pirinç talaşı nitrik asitte çözündürülmüş daha sonra doğrudan yada

$CuSO_4$ haline getirilerek elektroliz uygulanmıştır.

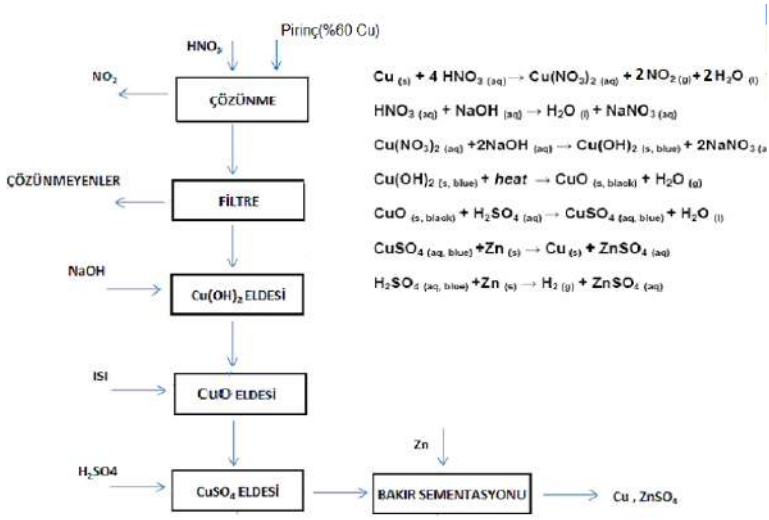
BULGULAR

Deneysel çalışmalardan elde edilen bulgular kimyasal ve elektrokimyasal olarak toplam iki başlık altında verilmiştir.

Kimyasal Yöntemle Bakır Geri Kazanımı

i. Çinko Sementasyonu İle Bakır Geri Kazanımı

Bu yöntem Şekil 1' de verilen aşağıdaki basamaklardan oluşmaktadır:



Şekil 1. Çinko sementasyonu ile bakır geri kazanımı işlem basamakları

10,003 g pirinç 43,9 mL %65'lik HNO_3 çözeltisi içerisinde 40 dk' da çözündürüldü. $Cu(OH)_2$ elde etmek için 26 g NaOH suda çözündükten sonra çözeltinin üzerine ilave edildi. pH 13 olarak ayarlandı. Çözelti sıcak su banyosunda ısıtılarak CuO elde edildi. CuO üzerine 12 mL H_2SO_4 eklendi. Çözeltide $CuSO_4$ oluştuğu için mavi bir renk aldı. Üzerine stokiyometrik olark gerekli miktarda 6,286 g çinko eklendi. Oluşan çözelti süzüldü.

Numunedeki bakır miktarı = 6,00018 g

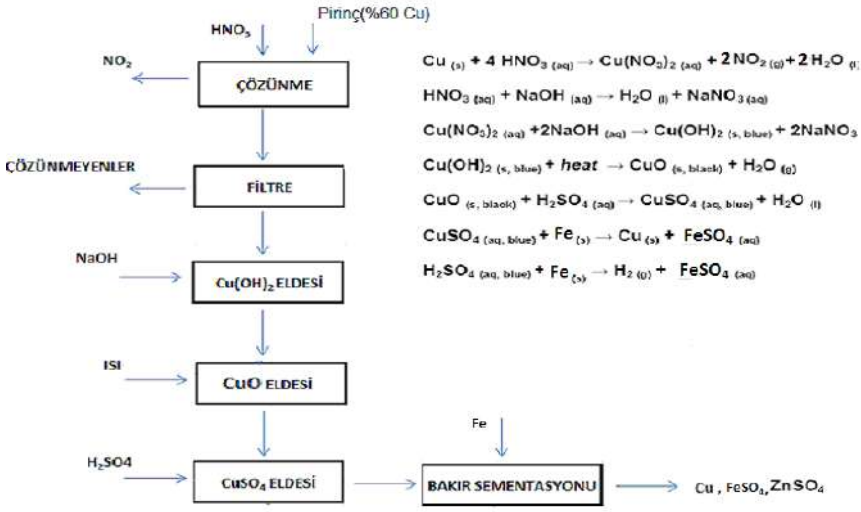
Deney sonundaki bakır miktarı = 5,75 g

Cu geri kazanım verimi= (5,75/6,00018)*100 = % 95,83

Çinko sementasyonu sonucunda bakır büyük oranda geri kazanılmaktadır. Fakat nitrik asit ve çinko en fazla maliyet getiren girdilerdir. Zn yerine daha ucuz olan Fe kullanılarak bir çalışma daha yapılmıştır.

ii. Demir Sementasyonu ile Bakır Geri Kazanımı

Demir sementasyonu ile bakır geri kazanımı çalışmalarında Şekil 2' de verilen yöntem izlenmiştir.



Şekil 2. Demir sementasyonu ile pirinçten Cu geri kazanımı

Bu yöntemde 5 g pirinç talaşı %20'lik HNO_3 çözeltisi içerisinde çözüldü. Üzerine 45 g suda çözünmüş NaOH çözeltisi ilave edildi. pH 10-13 arasında tutuldu. $Cu(OH)_2$ elde edildi. Çözeltiye ısıtılarak siyah renkte CuO çöktürüldü. Sulu kısım ayrıldıktan sonra kalan çökelek üzerine 15,5 ml H_2SO_4 eklenerek $CuSO_4$ oluşturuldu. Çözeltiye ağırlıkları alınan demir çubuklar bırakılarak çözeltidei Cu^{2+} iyonları ile Fe metalinin yer değiştirmesi sonucunda metalik bakır elde edildi. .

Numunedeki bakır miktarı = 3 g

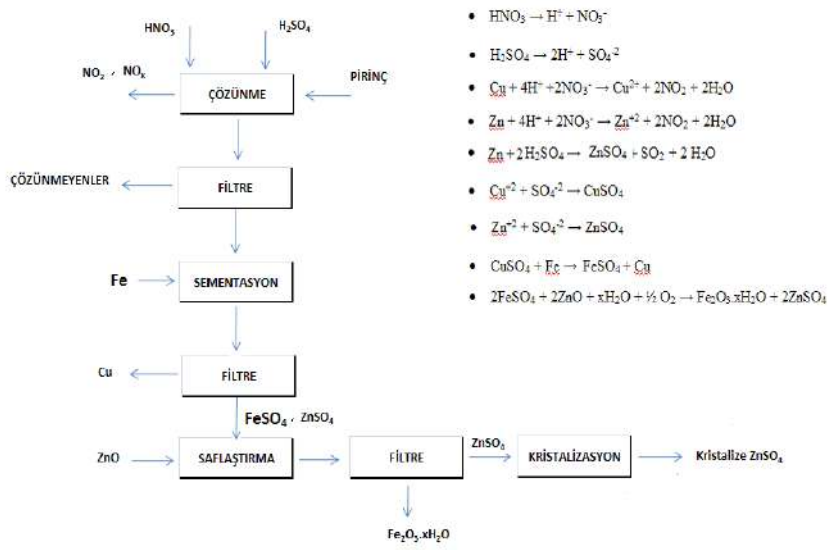
Deney sonundaki bakır miktarı = 2,455 g

Cu geri kazanım verimi= (2,455/3)*100= %81,83

Sülfat iyonlarının bulunduğu ortamda bakırın demir ile indirgenmesinin daha kolay olduğu anlaşılmıştır. Bu aşamada demirin kullanılması maliyeti azaltmaktadır.

iii. HNO_3 ve H_2SO_4' ün Birlikte Kullanıldığı Demir Sementasyonu

Bu yöntem Şekil 3' te verilen yöntem izlenerek gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Nitrik ve sülfürik asitin birlikte kullanıldığı demir sementasyonu.

7,5 mL derişik sülfirik asitin 21.5 mL H_2O ve 17 mL derişik nitrik asitin 36 mL sudaki çözeltileri çözeltileri karıştırıldı. Bu çözelti içerisine pirinç talaşı eklendi. Pirinç içerisindeki bakır sülfürik asit ile tepkime vermez. Bakır daha kuvvetli yükseltgen olan nitrik asit ile yükseltgenir. Çinko hem sülfürik asit hem de nitrik asit ile tepkime verebilir. Bu nedenle çinkonun bir kısmı nitrik asit ile bir kısmı da sülfürik asit ile reaksiyon verecektir.

Numunedeki bakır miktarı = 5,292 g

Deney sonundaki bakır miktarı = 5,264 g

Cu geri kazanım verimi= (5,264/5,292)*100= % 99,47

$ZnSO_4$ elde edebilmek için ortamda bulunan $FeSO_4$'ların uzaklaştırılması gerekir. Bunun içinde ZnO kullanılmaktadır. Bu reaksiyon sonucunda hematitin su ile bağlı bileşiği oluşmaktadır. Oluşan hematit süzülerek ayrılmış kalan $ZnSO_4$ çözeltisine ısı vererek aşırı doygun çözelti dolayısı ile kristal çinko sülfat taneleri elde edilmiştir. Uygulanan bu yöntem bakırın yüksek verimlilikle kazanılmasına imkân sağlamaktadır. Fakat çinko sülfatın kristallendirilmesi işleminde saf çinko oksit

kullanılmadığı zaman sorunlar yaşanmaktadır. Elde edilen metalik bakırın elemental analizi yapılmış (Çizelge 1) ve Cu yüzdesi 98,3 olarak belirlenmiştir.

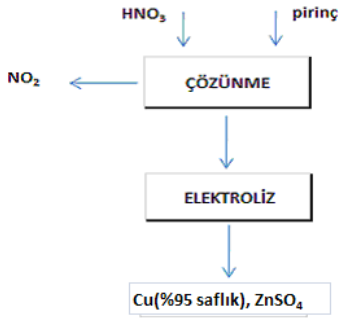
Çizelge 1. Elde edilen bakırın elemental analizi

Metal	Cu	Mn	Fe	Cr	Sb	Al	Sb
%	98,3	0,0112	0,287	0,0115	0,0016	0,0048	0,0016

Elektrokimyasal Yöntem ile Bakır Geri Kazanımı

i. Bakırın Nitrik Asit Ortamından Elektrolizi

Bu yöntemde Şekil 4' te verilen basamaklar izlenmiştir. Öncelikle 14,43 g pirinç talaşı %20' lik nitrik asitte çözündürülmüş ve daha sonra paslanmaz çelik elektrotlar kullanılarak 4 saat boyunca yaklaşık 2 V gerilim verilerek elektroliz edilmiştir.



Katodik reaksiyon $Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(k)}$

Anodik reaksiyon $2\,NO_3^- + H^+ + OH^- \longrightarrow 2HNO_3 + \frac{1}{2}\,O_2 + 2e^-$

Şekil 4. Nitrik asit ortamında elektroliz işlem basamakları

Bu çalışma sonucunda metalik bakır katot üzerinde toplanmaktadır. Fakat anodik reaksiyon sonucu oluşan nitrik asit toplanan metalik bakırı tekrar iyonik hale getirmektedir. Nitrat iyonlarının bulunduğu bir ortamda yapılacak olan elektroliz işlemi çok düşük verimli olmaktadır. Aynı zamanda kullanılan elektrotlarda bir miktar aşınma görülmüştür.

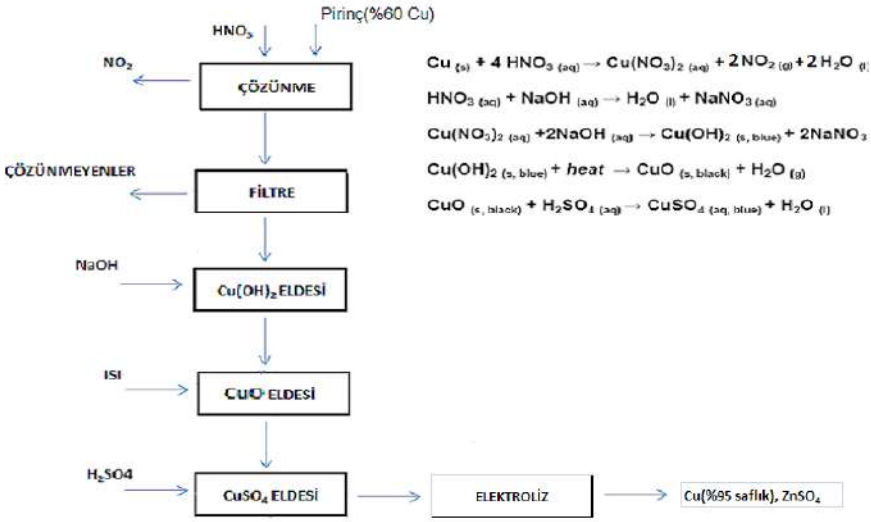
Numunedeki bakır miktarı = 8,676 g

Deney sonundaki bakır miktarı = 0,8715 g

Cu geri kazanım verimi= (0,8715/8,676)*100= % 10

ii. Bakırın Sülfürik Asit Ortamından Elektrolizi

Bu çalışmada öncelikle kimyasal yöntem kullanılarak pirinç çözeltisinden $CuSO_4$ elde edilmiş ve daha sonra paslanmaz çelik elektrotlar kullanılarak elektroliz uygulanmıştır (Şekil 5). 5,4969 g pirinç hazırlanan %10' luk HNO_3 çözeltisi içerisinde çözüldü. NaOH suda çözündükten sonra çözeltinin üzerine ilave edildi. Çözelti ısıtıldı. Isıtılan çözeltide siyah çökelek (CuO) oluştu. Tamamen siyah çökelti oluştuktan sonra çözelti soğutuldu. Üzerinde oluşan su alındı. Siyah çökelti üzerine 5 mLH_2SO_4 eklendi. Çözelti mavi bir renk aldı. Elektroliz devresi kuruldu. Çözeltiye tekrar 5 mL sülfürik asit ilave edildi. Devreye 2,8 voltaj ve 0,69- 0,70 A akım verilerek 7 saat süre ile elektroliz yapıldı.



Şekil 5. Sülfürik asit ortamında bakırın elektrolizi

Numunedeki bakır miktarı = 3,298 g

Deney sonundaki bakır miktarı = 3,294 g

Cu geri kazanım verimi= (3,294 /3,298)*100= % 99

Bu çalışma sonucunda pirinç içerisindeki bakır %99 geri kazanılmıştır. Kalan çözelti ise yüksek saflıkta çinko sülfat içermektedir. Bu çözeltiye de elektroliz uygulanarak içerisindeki çinko metalik olarak geri kazanılabilir. Bu yöntemde Cu geri kazanım oranı oldukça yüksek olakala birlikte elektroliz süresinin uzun olması elektrik enerjisi maliyetini artırmaktadır. Bu nedenle çok uygun bir yöntem olarak değerlendirilmemiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Kimyasal bakır geri kazanımında asit türünün (HNO_3 ve H_2SO_4) ve sementasyon için kullanılan metalin (Zn ve Fe) etkisi incelenmiştir. Buna göre HNO_3 ve H_2SO_4' ün birlikte kullanıldığı ve sementasyon için demirin kullanıldığı kimyasal yöntem ile %100' e yakın bakır geri kazanım oranlarına ulaşılmıştır. Ayrıca bu yöntemle çözeltideki çinkoyu $ZnSO_4$ olarak elde etmek mümkün olmuştur.

Elde edilen bakırın elemental analizi yapılmış ve %98,3 oranında Cu içerdiği belirlenmiştir. Elektrokimyasal yöntemde ise elektrolitteki asit türünün (HNO_3 ve H_2SO_4) etkisi incelenmiştir. HNO3 ortamında yapılan elektroliz işleminde bakır geri kazanımı % 10 iken H_2SO_4 ortamında bu oran %99' a yükselmiştir. Sonuç olarak pirinç atıklarından bakır geri kazanımı için kimyasal yöntemin daha verimli ve maliyet etkin bir süreç olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Abdel Basir, S.M., Rabah,M. A. (1999) Hydrometallurgical recovery of metal values from brass melting slag, Hydrometallurgy 53. . 31–44

Bush, P.D., Balley, D.W. (1976) Solvent Extraction and Electrowinning of Zinc and Copper from Sulphate Solution, 3989607, United States Patent.

Kilicarslan, A., Saridede, M. N., Stopic, S., Friedrich, B.,(2014) Use of ionic liquid in leaching process of brass wastes for copper and zinc recovery, International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials, 21: 138-143.

Yalçın, H., Gürü, M. (2010) Elektrokimya ve Uygulamaları, Palme Yayıncılık, ISBN:6055829919, 1. Baskı, 272 s.

MINING ENGINEERING
MADEN MÜHENDİSLİĞİ

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

TEHLİKELİ ENDÜSTRİYEL ATIKLARIN MİKRODALGA ERİYİK TUZ İLE PASTA DEPOLANMASI - PASTA METAL ÇÖZÜNME REAKTİVİTESİ VE DEĞERLENDİRMESİ

Microwave Molten Salt Storage of Hazardous Industrial Wastes As Paste- Paste Reactivity on Metal Dissolution and Assesment on Sorption Behavior

Yıldırım İsmail Tosun

(Dr. Öğr. Üyesi) Şırnak Üniversitesi

Öz: Geri dönüşümden önce kanalizasyon atık çamuru veya tehlikeli atıklar mikrodalga tuz eritme ile, pasta çamurdaki tehlikeli ve toksik maddeler uzaklaştırılabilmektedir ve eriyik tuz pasta tehlikeli atığı ortadan kaldırmış ve tutulmasını sağlamıştır. Bu çalışma pasta tuzun metal yüklenme davranışını irdelemiştir. Pasta tuzdan elde edilen pelet ve aglomeratlardaki kalite, farklı mikrodalga eritme koşullarında incelenmiştir. Pasta tuzdaki kimyasal oksidasyon analizi, toksik metaller ve ağır metallerin sulu çözelti içindeki miktarları olarak belirlenmiştir ve daha yüksek bir sıcaklıkta 350 ve 500 ° C'de eritme ile edilen 20-50 gr pasta tuz örnekleri, daha yüksek Fe (III), Cr (III) Zn, Cd, Pb sorpsiyonu göstermiştir. Yüzey bölgelerinin kaybı ve deoksijenasyonu - dehidrojenasyonu nedeniyle kapasiteler ve giderek daha fazla doğrusal olmayan izotermi göstermiştir. Langmuir emilim kapasiteleri, erimiş tuz üzerinde 33-11–8–6–4 mg g − 1 olmuştur. 10 dakika boyunca 400 ° C'de pirolize edilen numuneler mikrodalgada başarılı olarak metal tutmuştur. Fe (III) 'ün erimiş tuzu emilimi, mikrodalga geçirgenliği nedeniyle Cr (VI)' dan daha hızlı olmuştur. Bununla birlikte, Zn ve Pb (II) 'nin sorpsiyon tarzı, mikrodalga geçirgenliği olan Fe, Ni, Mn ve Cr gibi diğerlerinden daha yavaştır, bu da çözünen molaritelerdeki ve sorpsiyon mekanizmalarındaki sorpsiyon farklılıklarına bağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: mikrodalga, yapıştırma, tehlikeli endüstriyel atıklar, pasta reaksiyonu, sorpsiyon davranışları

Abstract: The pasted sewage sludge or hazardous wastes by microwave melting salt prior to recycling has eliminated hazard and improved increasing sorption for pollutant removal from wastewaters and pasted sludge. This study criticized salt sorption behavior. The quality on salt-derived pellets and sands were examined under different microwave pyrolysis conditions. The chemical oxidation analysis by molten solution were made for toxic metals and heavy metals and The 20-50 gr pasted salt samples melted at a higher temperature of 350 and 500 C showed higher Fe(III), Cr(III) Zn, Cd, Pb sorption capacities and increasingly nonlinear isotherm due to loss of surface sites and deoxygenation–dehydrogenation. The Langmuir sorption capacities were 33–11–8–6–4 mg g−1 on molten salt which was successful with microwave pyrolyzed at 400°C for 10 min. Molten salt sorption of Fe(III) was faster than that of Cr(VI) due to the fact of microwave permittivity . However that sorption manner of Zn and Pb(II) was

slower than the others such as Fe, Ni, Mn and Cr, which was microwave permittivity was attributed to their sorption differences in solute molarities and and sorption mechanisms.

Keywords: microwave processing, pasting, hazardous industrıal wastes, paste reactıvıty , sorptıon behavior

1. INTRODUCTION

In the thermal power station in Silopi, Şırnak, Park Elektrik Co. using fluidized bed combustion produce 405 MW electricity in three boiler by burning 232kg coal per MW.(TKİ, 2013) Şırnak asphaltite was containing 6,7% pyrite and 3,8 % organic sulfur and combusted with local limestone as 92% calcium carbonate and 4 % magnesium carbonate at 10% weight rate in the fluidized bed for desulfurizing sorbent. (Global EIA Report, 2013) Processing technologies using animal manure and combustible municipal waste should be under contribution to the fuel side for energy production in European countries (Table 1) (EEA, 2015). 49% of the total municipal waste in Sweden converted to energy in 2014 and this rate was 39%, 7%, and 22% for Netherland, USA and for the EU27, respectively.

Regarding advanced technological developments in energy production, the low quality municipal wastes needed the most economical technologies. in order to make it possible to produce waste-derived fuel products as Char and even coal waste diverted source in China (Anonymous 2015). Combustible municipal waste rate was reached 27,0% as paper and cardboards, additionally dried food waste was 14,6% and the yard waste was 13,5% after suitable segregation of the total collected waste in China in 2015 as seen in Table 2.

Table 1. Waste to Energy Production and Distribution of countries according to the European Waste [EEA, 2015]

Country	Recycled%	Incinerated%	Landfill%
EU 27	40	20	40
Germany	65	34	1
Hetherland	59	39	2
Sweden	49	49	2
Albania	59	27	4
Denmark	42	54	4
Belgiıum	60	36	14
Luxemburgh	45	35	20
France	33	32	35
Itly	45	11	44
Finland	33	17	50

United Kingdoam	35	10	55
Spain	34	9	57
Ireland	35	3	62

On the nature washing and processing characteristics of the lignite as considered environment are distinctly separated in utilization and classification. In the view producing high value cleaned products, pyrolysis municipal waste or lignite char are processed for derived products, managed on this active carbon purpose. Carbonized char waste and amount could also be evaluated in sorption and energy need in this study.

Table 2. Municipal solid waste (MSW) management in China from 1980 to 2013 [NBCA,China Waste Report, 2015]

Year	MSW Collected, million tons	MSW Treated, million tons	Rate of MSW Treated%
1980	32	-	1
1985	44	-	2
1990	69	-	4
1994	100	18	28
1998	114	57	49
2002	136	72	52
2006	149	80	53
2010	158	123	78
2013	172	154	90

4.1. Active Char Pasting Waste

Municipal Solid Waste (MSW) yielded worthless litter as disposed matter and recycled or covered by land in certain areas, in many states may evaluate as a renewable energy source by incineration. Totally, about 130 million tons of MSW are incinerated annually in waste-to-energy facilities that produce electricity and steam for district heating and even metal contents may be recovered in recycling plants. A large amount of paper is recycled in China, evaluated a significant amount of paper sludge and residue during the paper production process. The incineration plants (IEA 2013) can use that sludge and provided waste elimination. Currently, two incineration methods, distinguished as either direct incineration of partially dewatered sludge (generally 80% water content) or dried sludge incineration (dried to about 40% water content), are available (TAM, 2009). Research on comparison of fixed cost, operating cost and pollutant emissions between the two systems is presented. Fixed cost and steam consumption increase for the dried

sludge incineration system though this method possesses many advantages, these include the decrease in consumption of auxiliary coal, service power and flue gas purification.

4.2. Reaction of metals at Sorption

The distinct character of adsorption column sorption in packed bed layer was mainly long life use of the sorbents, consuming low energy. The alkali and lime slurries used for washing protect the environment from acid rains and acidic solute emissions such as chlorides and sulfates. Higher column units are used in sequentially and cycling manner provides much efficient capture the toxic matters in the electrolyte fed into the post combustion system with asphalt even lead and cyanide matter separated on char and composite waste char clay composites so that the solution temperature is as low as possible, and there is no water content in it.

2. METHOD

2.1. Surface properties of Char - Reactivity

The specific surface area measured as BET N_2 sorption, total surface activity, oxygen functional groups, total surface impurities, metal concentrations, dielectric value, free radical concentration and reactivity of coal were related to the carbonization activity. However, in some investigations, the pore size distribution of coal is also greatly to reduce pyrolysis kinetics (Tosun a, 2017, Guerrero et al. 2005).

Although molecular gas diffusion is described to be the primary mass transport process in the combustion chamber, complex convective gas emissions proliferated the alkali clusters below 1-2mm size and exothermic combustion reactions increased toxic substances in the gas form, a relatively porous structure of expanded clay interstitial spaces and cracks reduced over 5mm size. The combustion gases substances towards the expanded clay surface through this surface alkali is primarily accomplished by molecular diffusion across the micro cracks and alkali clusters. in the combustion experiments, the experimental condition is calculated on the basis of the ash composition in the ambient state (Tosun 2015). So neither the contained water vapor nor the condensing hydrocarbons are taken into account. Expanded clay and limestone sorbent use in asphaltite combustion provided the sufficient holdup gas as shown in Figure 2.

5. RESULTS AND DISCUSSIONS

Microwave heating of wet coal char samples containing pyrite of minerals may provide the inner thermal stress and interfacial cracks. in this work, following microwave sorption and pellets to a size of minus 1-2mm from 200µm and especially, the effect of microwave radiation on char sorption of those char and ferrite fly ash samples was investigated. Limestone and lime mixed pellets were also tested in TGA analysis with microwave wet sorption in columns on combusted Şırnak asphaltite, marl from Şırnak Coal Mine, shale taken from coal mine waste dumps were also tested. In the experimentation microwave power of 900W microwave radiation was practiced at 20 min cycling sorption bed in Bosch type microwave laboratory equipment, as shown in Figure 1.

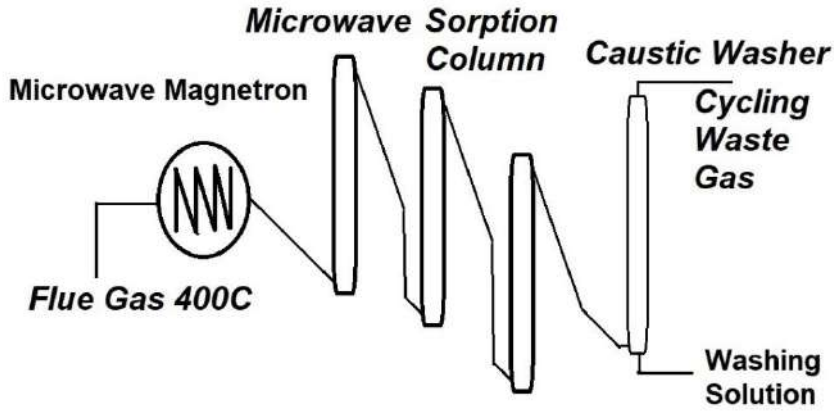


Figure 1. Microwave radiation carried out in wet steam of stack gas flow in pressurized packed counter current flow matter.

Hydrodynamic parameters were investigated pressurized column (Figure 9) and simulation results of the output of concentrations (step curve $F(t/\tau)$, where τ is the mean residence time of fluid in the column) are shown in Figure 2. According to the shape of the curves in column adsorption shown in Figure 3, the response of the stage wise back mixing model changes from a mixed flow condition managed at low pressure.



Figure 2. Adsorption Column used in Post Combustion with Packed Char Carbon Tubes.

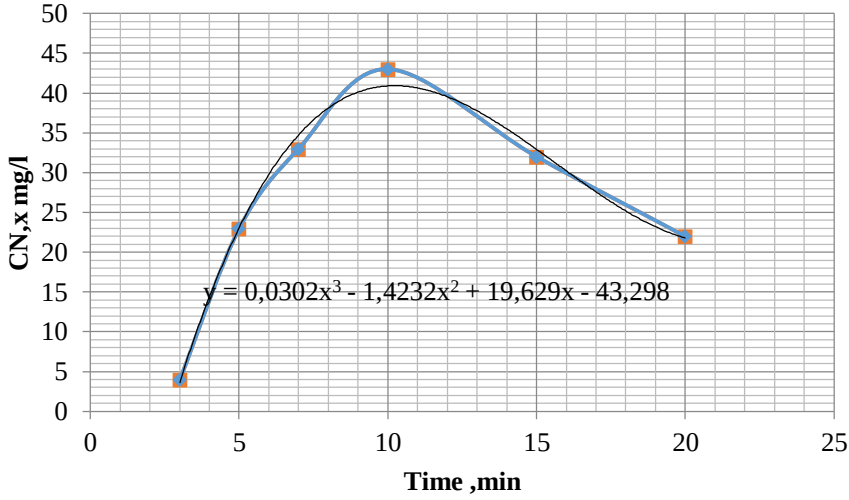


Figure 3. CNx output concentrations packed bed residence time of waste solute in the column unit CN sorption in terms of sorption wood char type at 10 bar..

The biochar column temperature produced from different combustion flue gas exit level or long duration of cooling of exhaust system. The temperatures at 50-200 ^{o}C were tested in three column series for adsorption CN as seen in Figure 1. Test results were determined as weight in TGA CN sorption in terms of sorbent type at 10 bar.

The biochar column humidity produced from different combustion fuel and combustion temperature exit or fuel moisture content in the exhaust system. The steam amount in flue gas at exhaust chamber varied

at 5-20% was tested in three column series for adsorption CN as seen in Figure 4. Test results were determined as weight in TGA.

Advanced materials and technologies should be used to prevent pollution of exhaust gas, the material used in this study finally concluded as efficient and high cut with ecological environmental protection.

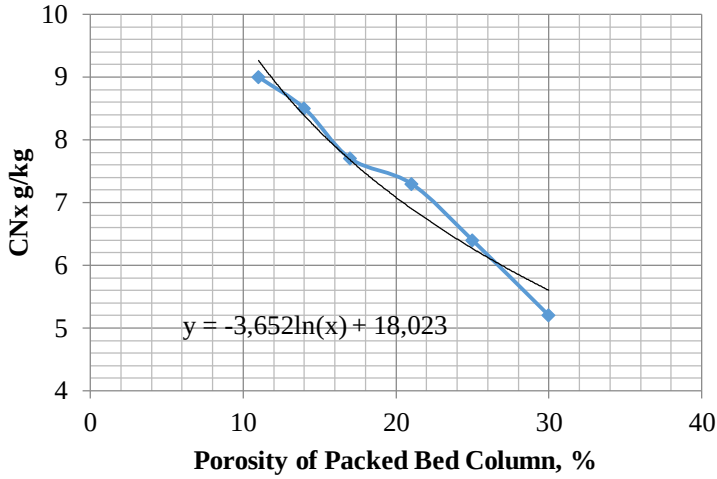


Figure 3. The effect of porosity on Adsorption with type of sorbent wood char .

3. CONCLUSIONS

Pasting by asphalt and char was critisized, as char type of carbonized wood char is in lump size and easily be evaluated in carbon industry and other fine size may be evaluated as filling materials in paint, rubber and plastic as fire barrier mixed at fine size under 5 microns as which collected following solid-liquid separation and milling. Char asphalt mixture solute reaction and solute waste in finer size may deteriorate environment near and may used in water treatment and avoid contamination in industrial waste streams. Beneficiate from that char waste in toxic gas emission control during combustion can efficiently be made.

REFERENCES

Akpınar, N and Şen, M,1987, Kentsel katı atıklardan enerji üretimi, Enerji Enstitüsü

Aktaş, Ö, Çeçen F,2007. Bioregeneration ofactivated carbon: A eview", InternationalBiodeterioration & Biodegradation,

Al-Jabari, M., Modeling analytical tests of supercritical fluid extraction from solids with Langmuir kinetics. Chemical Engineering Communications, 190, 1620-1640 (2003).

Anonymous b, 2015, Yakma Kazanları, http://www.alfakazan.com.tr, Alfa Kazan ve Makine AŞ,Ankara

Anonymous c, 2015, Kalina Cycle, http://www.imparator enerji.com.tr, İmparator Enerji, GeoPower, İstanbul

Anonymous d, 2015, Akışkan Yataklı Yakma Kazanı, http://www.mimsan.com.tr, Mimsan A.Ş. , İstanbul

Anonymous e, 2015,http://www.atlasinc.dk/

Anonymous f, 2015,http://www.santes.com.tr/

Anonymous g, 2015, http://www.ottusa.com/mobile_ systems/ mobile_systems.htm

Anonymous, 2017 SEPURAN membrane fibers: http://www.sepuran.com/product/ sepuran/en/ Pages/ selective-permeation.aspx

Ashizawa M, et al. 2006, CO_2 gasification rate analysis of coal char in entrained flow coal gasifier. Fuel. 2006;85:163-169.

Bell D.A. Towler B.F., Fan M., 2011, Coal Gasification and Applications, ISBN: 978-0-8155-2049-8, Elsevier Inc., Oxford

Donskoi, E.& McElwain, D.L.S., 1999, Approximate modelling of coal pyrolysis, Fuel, 78 , pp. 825–835 https://doi.org/ 10.1016/j.apm.2017.01.069

Global EIA Report, 2013, Silopi Thermal Power Plant Proposal Sheet.

EEA, 2015, EEA Coal Institute, Coal Report, (EU29 Report)

Hamdya O, Bassilyb M A., El-Batshc H M., Mekhaild T A., 2017, Numerical study of the effect of changing the cyclone cone length on the gas flow field, Applied Mathematical Modelling, Vol46, pp 81-97

Jess A, Andresen A-K., 2009, Influence of mass transfer on thermogravimetric analysis of combustion and gasification reactivity of coke. Fuel.; doi:10.1016/j.fuel 2009.09.002 Kajitani S, Suzuki N,

MECHANICAL ENGINEERING
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

METAL İŞLEMEDE SÜRDÜRÜLEBİLİR SOĞUTMA/YAĞLAMA STRATEJİLERİNİN ARAŞTIRILMASI: DERLEME

Şenol Şirin[a]* & Emine Şirin[a] & Turgay Kıvak[b,]

[a]Düzce Üniversitesi, Gümüşova Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Düzce/Türkiye.
[b]Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine ve İmalat Mühendisliği Bölümü, Düzce/Türkiye.
[*]Sorumlu Yazar: senolsirin@duzce.edu.tr

Öz: Makine imalat endüstrisinde üretim maliyetlerinin %10-17'sini oluşturan soğutma/yağlama yöntemlerinin sürdürülebilir imalat için sistem verimliliği son derece önem arz etmektedir. Kesme bölgesinde oluşan ısının kontrol altına alınmasında, konvansiyonel soğutma alternatif yöntem olarak kullanılmakla birlikte, yöntem ekolojik ve çalışan sağlığı konularında bazı tedirginlikleri de beraberinde getirmektedir. Son günlerde metal işlemede kuru ve konvansiyonel soğutmaya alternatif olarak, minimum miktarda yağlama (MMY), nanopartikül katkılı minimum miktarda yağlama (NMMY), hibrid minimum miktarda yağlama (HMMY) ve kriyojenik soğutma gibi çevreci yöntemler karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, metal işleme endüstrisinde kullanılan yenilikçi soğutma/yağlama stratejilerinin sürdürülebilirliği araştırılmıştır. Yapılan bilimsel araştırmalardan elde edilen sonuçlar irdelenmiş olup çevreci, yenilikçi soğutma/yağlama stratejilerinin metal işleme endüstrisinde kuru ve konvansiyonel soğutmaya göre daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.
Anahtar Kelimeler; Minimum miktarda yağlama (MMY), Nanopartikül, Metal işleme, Ekolojik soğutma/yağlama stratejileri

1. GİRİŞ

Tornalama, frezeleme, delik delme, taşlama gibi metal işleme operasyonlarında yoğun bir şekilde kesme sıvıları kullanılmaktadır. Bu metal işleme sıvılarının kesici takım ve iş parçası yüzeyini soğutma, yağlama ve talaşları kesme bölgesinden uzaklaştırma gibi önemli görevleri bulunmaktadır (Dhar vd., 2006). Metal işleme esnasında kullanılan kesme sıvıları kesici takım da oluşan aşınmayı azaltmakla beraber, iş parçalarında daha kolay ölçü tamlığı sağlar ve işlenen parçanın yüzey kalitesini artırmada önemli rol oynar. Ancak kesme sıvılarının insan sağlığı ve çevre açısından olumsuz birtakım etkileri bulunmaktadır. Metal işleme sıvılarına uzun süre maruz kalan kişilerde; dermatit, solunum hastalığı, astım ve deri yoluyla alındığında ise karaciğerde toksik oluşumu gibi birçok yan etkileri de görülebilmektedir (Kommineni, 2001; Yacher vd., 1997).

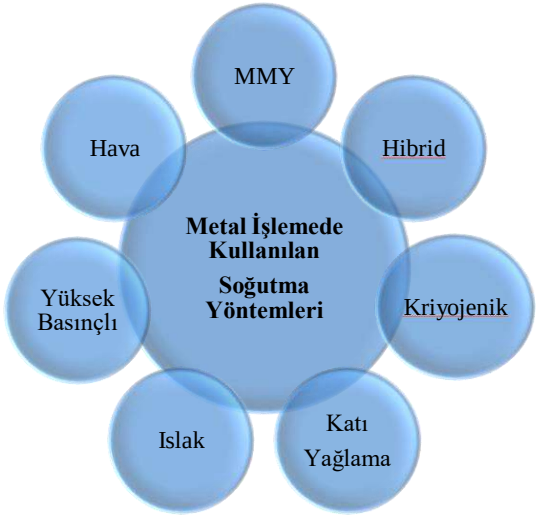
Dünya genelinde ciddi bir piyasaya sahip olan petrol bazlı kesme sıvıları, üretim maliyetlerinin %10-17'sini oluşturmaktadırlar. Son

zamanlarda makine imalat endüstrisinde kesme sıvılarının aşırı kullanımdan kaçınılmakta ve farklı metotlar üzerinde araştırmalar yapılmaktadır (Sreejith ve Ngoi, 2000). Metal işlemede kesme sıvısı kullanımını azaltılması ve ekolojik soğutma adı da verilen çeşitli teknikler üzerine yapılan araştırmalar literatürde hız kazanmıştır. Ekolojik soğutma teknikleri; kuru kesme, minimum miktarda yağlama, nanopartikül katkılı minimum miktarda yağlama, hibrid minimum miktarda yağlama ve kriyojenik soğutma şeklinde sıralanabilir.

Bu çalışmada; metal işlemede kullanılan toksik ve petrol bazlı olmayan, ekolojik ve sürdürülebilir soğutma/yağlama stratejileri araştırılmıştır.

2. METAL İŞLEMEDE KULLANILAN SÜRDÜRÜLEBİLİR SOĞUTMA STRATEJİLERİ

Sürdürülebilirlik kavramı, genel olarak ekolojik sistemlerin fonksiyonlarını, süreçlerini ve üretkenliğini gelecekte de devam ettirebilme yeteneği olarak bilinmektedir (Chapin vd., 1996). Metal işlemede kullanılan kesme sıvılarının sürdürülebilirliğe geçişte tüketiminin azaltılması, petrol bazlı yerine ekolojik bitkisel esaslı yağların kullanılması gerekmektedir. Şekil 1'de metal kesmede kullanılabilen farklı soğutma yöntemleri görülmektedir.



Şekil 1. Farklı soğutma yöntemleri (Sharma vd., 2009)

Sürdürülebilir soğutma adı verilen çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar kuru kesme, minimum miktarda yağlama (MMY), nanopartikül katkılı minimum miktarda yağlama (NanoMMY), iki veya daha fazla

nanopartikül katkılı minimum miktarda yağlama (Hibrid NanoMMY) kriyojenik soğutma gibi vb. yöntemlerdir.

2.1. Kuru Kesme Yöntemi

Herhangi bir yağlayıcı ajan ve soğutucu kullanılmadan yapılan işleme yöntemidir. Ekolojik olarak adlandırılan bu yöntem, çevre ve insan sağlığı açısından olumlu yönleri olsa da işlenen yüzey kalitesini ve kesici takım ömrünü olumsuz etkilediğinden sıklıkla tercih edilen bir yöntem değildir. Kuru kesme koşullarında gerçekleştirilen çalışmalardan bazılarına aşağıda değinilmiştir.

Yu ve arkadaşları, Hastelloy X süper alaşım malzemesini kuru şartlarda 20-32,16-50-67,84 ve 80 m/dak kesme hızında, 0,08-0,1-0,14-0,18 ve 0,2 mm/dev ilerleme değerinde tornalamışlardır. Kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülük değerlerini genetik algoritma modeli ile optimize etmişlerdir. En düşük yüzey pürüzlülük değeri (1,6 µm) için kesme hızı 40 m/dak değerinden düşük, ilerleme değeri 0,18 mm/dev değerinden yüksek ve kesme derinliği değerinin 0,5 mm değerinden düşük olması gerektiğini tespit etmişlerdir (Yu vd., 2010). Uzun ve arkadaşları, Hastelloy X malzemesini kuru şartlarda 60, 75, 90 ve 120 m/dak kesme hızında 0,10-0,15 ve 0,20 mm/dev ilerleme değerinde ve sabit 0,75 mm kesme derinliğinde tornalayarak takım aşınması ve kesme kuvvetlerini incelemişlerdir. CVD takımlarla elde edilen kesme kuvvetlerinin PVD takımlara nazaran daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. En iyi takım ömrünü kriyojenik işlem görmüş CVD kaplamalı takımla elde etmişlerdir. Kriyojenik işlem uygulanmış PVD kaplamalı takımda takım ömrünü %3 artırırken, CVD kaplamalı takımda takım ömrünü %50 artırdığını gözlemlemişlerdir (Uzun vd., 2017). Altın yapmış olduğu çalışmada; Hastelloy X süper alaşımına kuru kesme şartları altında CVD ve PVD yöntemi ile TiN kaplamalı ve kaplamasız takımlarla tornalama işlemi uygulamıştır. Kesme parametreleri olarak; 50, 65, 80 ve 100 m/dak kesme hızı, 0,10 ve 0,15 mm/dev ilerleme değeri ve sabit 1,5 mm kesme derinliği değerlerini kullanmıştır. CVD yöntemi ile TiN kaplamalı kesici takımın kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğü açısından daha iyi performans sergilediğini tespit etmiştir (Altın, 2014).

Kıvak ve arkadaşları, Inconel 718 malzemesine TiN-TiAlN kaplamalı ve kaplamasız 5 mm çapında matkapla, 8 mm derinliğinde delik delmişlerdir. Kuru şartlar altında yapılan deneylerde, kesme parametreleri olarak 10-12,5-15 ve 17,5 m/dak kesme hızı ve 0,05-0,075 ve 0,1 mm/dev ilerleme değerlerini kullanmışlardır. Delme sırasında oluşan yüzey pürüzlülük değerini ve talaş oluşumunu değerlendirmişlerdir. TiAlN kaplamalı matkapla delme işlemi sırasında en yüksek yüzey pürüzlülük

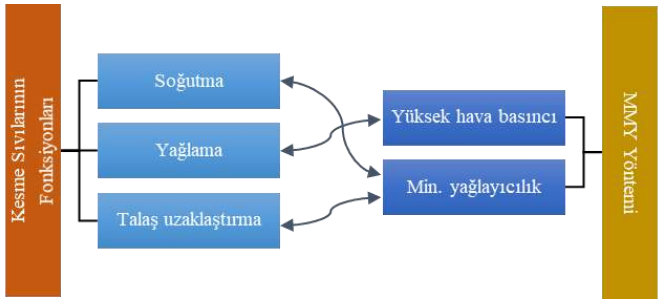
değeri elde edilirken, kaplamasız matkapla işleme sırasında en düşük yüzey pürüzlülük değeri elde edildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, talaş şeklinin daha düzgün çıkmasıyla yüzey pürüzlülük değerinin azaldığını tespit etmişlerdir (Kıvak vd., 2010). Motorcu ve arkadaşları, süper alaşım Waspaloy malzemesine, 8 mm çapında kaplamasız ve TiN kaplamalı matkaplarla delik delmişlerdir. Kuru şartlarda yapılan deneylerde 17, 20 ve 24 m/dak kesme hızı ve 27, 32 ve 39 mm/dak ilerleme değerlerini kullanmışlardır. Delme işlemi sonunda; yüzey pürüzlülüğü, takım aşınması ve çapak oluşumunu incelemişlerdir. Kesme hızı ve kesici uç açısının artmasıyla yüzey pürüzlülüğü değerinin arttığı ve takım aşınmasının da arttığı gözlemlenmiştir. En düşük yüzey pürüzlülüğü değeri TiN kaplamalı matkaplarla delme işleminde elde edilmiştir (Motorcu vd., 2014).

2.2. Minimum Miktarda Yağlama Yöntemi

Kesme sıvısı kullanımını azaltmak ve kuru kesmenin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için minimum miktarda yağlama (yarı kuru işleme olarak da adlandırılan) yöntemi kullanılabilmektedir. MMY tekniğinde, yağlayıcı olarak bitkisel esaslı yağ tercih edilmektedir. Bu teknikte az miktarda yağ (10-150 mL/saat) havayla karıştırılarak pülverize olarak (sis bulutu) kesme noktasına basınçlı olarak gönderilmektedir. Kesici takım ile iş parçası ara yüzeyinde ince bir film tabakası oluşturması sayesinde kuru kesmeye oranla etkili bir soğutma/yağlama sağlamaktadır (Holmes, 2008). Ayrıca minimum miktarda yağlama yöntemi, takım talaş arasındaki sürtünmeyi azaltarak takım aşınmasını minimize edip takım ömründe artışlar sağlamaktadır (Zhang vd., 2012).

MMY soğutma şartları altında yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde; Rahim ve Sasahara yapmış oldukları çalışmada, Inconel 718 malzemeye 14 mm çapında AlTiN kaplı matkaplarla, kesme hızı 30, 40 ve 50 m/dak ve ilerleme miktarının 0,05 ve 0,10 mm/dev olarak belirlendiği işleme parametrelerinde, delik delme işlemi uygulamışlardır. Çalışmada, kullanılan palmiye yağının viskozitesinin, sentetik ester yağına göre yüksek yağlayıcılık özelliğinin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. Palmiye yağı kullanılarak yapılan MMY deneylerinin, tüm kesme parametrelerinde; yüzey pürüzlülük, mikro sertlik ve yüzey kalitesi açısından iyileşme gösterdiğini tespit etmişlerdir (Rahim ve Sasahara, 2010). Hadi ve arkadaşları Inconel 718 süper alaşım malzemesini, 10 mm çapında TiAlN/AlCrN kaplı kesici takımla frezeleyerek, takım aşınması ve takım ömrü değerleri yapmışlardır. Deneylerde kesme parametresi olarak 100, 120 ve 140 m/dak kesme hızı ve 0,1-0,15 ve 0,2 mm/diş ilerleme, 0,5-0,75 ve 1 mm kesme derinliği değerlerini kullanmışlardır. Deney sonuçlarına göre, kesme parametrelerinin yüksek seviyelerinde takım

aşınmasının da arttığını tespit etmişlerdir (Hadi vd., 2013). Wang ve arkadaşları Inconel 182 süper alaşımının frezelenmesinde, kuru ve MMY kesme şartlarının etkisini incelemişlerdir. Deneylerde kesme parametresi olarak 80, 120 ve 160 m/dak kesme hızı, 0,1-0,2 ve 0,3 mm/diş ilerleme, 0,5-1 ve 1,5 mm kesme derinliği parametrelerini kullanmışlarıdır. Deney sonuçlarına göre; Inconel 182 süper alaşımının MMY soğutma şartları altında işlenmesiyle, kesme kuvvetlerinde, yüzey pürüzlülük değerlerinde ve üretim maliyetlerinde azalma, takım ömründe artma olduğunu tespit etmişlerdir (Wang vd., 2015). Kasım ve arkadaşları Inconel 718 malzemeye 16 mm çapında TiAlN/AlCrN kaplı kesici takımla, frezeleme işlemi uygulamışlardır. Deneylerde kesme parametresi olarak; 100, 120 ve 140 m/dak kesme hızı, 0,1-0,15 ve 0,2 mm/dev ilerleme değerleri kullanmışlardır. MMY soğutma şartlarının takım ömrünü arttırdığını tespit etmişlerdir (Kasım vd., 2016). Kesme sıvılarının fonksiyonları ve MMY yöntemi arasındaki ilişki Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2.Kesme sıvılarının fonksiyonları ile MMY arasındaki ilişki (Shingarwade ve Chavan, 2014)

2.3. Nanopartikül Katkılı Minimum Miktarda Yağlama Yöntemi

MMY soğutma/yağlama daha etkin olması, kesme bölgesindeki sürtünmenin minimize edilerek, oluşan sıcaklıkların uzaklaştırılması için, sistemde kesme yağının içerisine nano boyutta partiküller eklenmektedir (Şirin ve Kıvak, 2019). Hacimce veya ağırlıkça eklenen (genelde 1-100 nm arasında) bu katı nanopartiküllerin yağlayıcılık özelliğinin yüksek olması, termal iletim katsayılarının yüksek olması ve kesme bölgesinde oluşturdukları tribo film tabakası sayesinde tercih edilmektedirler (Sharma ve Gupta, 2016; Sharma vd., 2015).

Son yıllarda tornalama, frezeleme, taşlama ve delik delme gibi talaş kaldırma işlemlerinde, nanopartikül katkılı kesme sıvılarının kullanılmaya başlandığı görülmektedir (Sharma vd., 2016). MMY yöntemi sayesinde, nanopartiküller soğutma sistemine ilave edilebilir ve maliyetler uygun seviyelere çekilebilirler. Nanopartikül katkılı kesme sıvılarının; kesme

sıcaklığı, harcanan güç, kesme kuvveti, yüzey pürüzlülüğü, takım aşınması, tork ve sürtünme katsayısı değerlerini azalttığı, ölçü hassasiyeti ve takım ömrü değerlerini artırdığı gözlemlenmiştir (Singh vd., 2017). Yapılan çalışmalar incelendiğinde; Chen ve arkadaşı, Inconel 718 malzemesine 10,5 mm çapında PVD yöntemiyle TiAlN kaplı matkapla delerek, takım aşınmasını incelemişlerdir. Takımda oluşan aşınma miktarının nanopartikül katkılı kesme sıvılarında etkin bir şekilde azaldığı ve buna bağlı olarak işleme maliyetlerinin de ciddi oranda azaldığını tespit etmişlerdir (Chen ve Liao, 2003). Kim ve arkadaşları; Ti-6Al-4V malzemeye kuru, MMY ve NanoMMY soğutma şartlarında mikro frezeleme işlemi uygulamışlardır. 0,5 mm çapında tungsten karbür kesici takımla 1, 3 ve 5 mm/diş ilerleme değerlerinde, 0,1 mm eksenel kesme derinliğinde yapılan çalışmada; takım aşınması, yüzey pürüzlülüğü ve talaş oluşumunu incelemişlerdir. NanoMMY soğutma şartları için 35 ve 50 nm boyutlarında ağırlıkça %1 oranında elmas nanopartikülleri kullanmışlardır. Deneyler sonucunda NanoMMY'nin (35 nm boyutunda) çapak oluşumunu önemli derecede azaltarak, yüzey kalitesini artırdığını iddia etmişlerdir. Kesme kuvveti ve talaş oluşumu üzerine en etkili parametrenin, ilerleme değeri olduğunu tespit etmişlerdir (Kim vd., 2014). Prasad ve Srikant AISI 1040 malzemeyi kuru, ıslak MMY ve grafit nanopartikül katkılı (hacimce % 0,1-0,3 ve 0,5) soğutma şartlarında tornalayarak kesme kuvveti, kesme sıcaklığı, takım aşınması ve yüzey pürüzlülüğü değerlerini incelemişlerdir. Deneylerde işleme parametresi olarak 105 m/dak kesme hızı, 0,14 mm/dev ilerleme ve 1 mm kesme derinliği seçilmiştir. Deney sonuçlarına göre nano akışkan soğutma şartının kesme kuvveti, kesme sıcaklığı, takım aşınması ve yüzey pürüzlülüğü değerlerini azalttığını tespit etmişlerdir (Prasad ve Srikant, 2013).

2.4. Hibrid Nano Minimum Miktarda Yağlama Yöntemi

Nano akışkanların termal ve tribolojik özelliklerini artırmak amacıyla birden fazla nano toz karışıma eklenebilmektedir. En az iki farklı nano boyutta eklenen partiküllerin üstün özelliklerinin aynı anda kullanımını amaçlayan bu soğutma yağlama türünün termal iletkenliği arttırmakta, yüzey kalitesini iyileştirmekte, kesme sıcaklığını ve takım aşınmasını azaltarak üretim maliyetlerine azaltmaya yardımcı olabilmektedir (Sharma vd., 2017).

Hibrid NanoMMY ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde; Sharma ve arkadaşları AISI 304 paslanmaz çeliğin tornalanmasında alüminyum oksit (Al_2O_3)/grafen (GnP) hibrid NanoMMY soğutma koşulları altında, sıcaklık ve kesici takım aşınmasını incelemişlerdir. Deneyler, üç farklı kesme hızında 60, 90 ve 120 m/dak, üç farklı ilerleme değerinde 0,08-0,12 ve 0,16 mm/dev, üç farklı kesme derinliğinde 0,6-0,9 ve 1,2 mm ve üç

farklı nanopartikül konsantrasyon oranında (hacimce % 0,25-0,75 ve 1,25) gerçekleştirmiştir. Deneyler sonunda, hibrid NanoMMY'nin sadece Al_2O_3 katkılı nano akışkana göre, takım aşınmasını ve kesme sıcaklığını düşürdüğünü tespit etmişlerdir (Sharma vd., 2018). Singh ve arkadaşları AISI 304 paslanmaz çeliği alüminyum oksit (Al_2O_3) /grafen (GnP) hibrid soğutma/yağlama koşullarında tornalayarak, kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülük değerlerini incelemişlerdir. Deneyleri, üç farklı kesme hızında 60, 90 ve 120 m/dak, üç farklı ilerleme değerinde 0.08, 0.12 ve 0.16 mm/dev), üç farklı kesme derinliğinde 0.6, 0.9 ve 1.2 mm ve üç farklı nanopartikül konsantrasyon oranında (hacimce % 0.25, 0.75 ve 1.25) gerçekleştirmişlerdir. Deneyler sonunda, hibrid nanoakışkanın kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülük değerini azalttığını iddia etmişlerdir (Singh vd., 2017). Sharma ve arkadaşları yaptıkları bir başka çalışmada AISI 304 paslanmaz çelik malzemeyi Al_2O_3 ve hibrid (Al_2O_3) /Molibden disülfit (MoS_2) soğutma koşulları altında tornalayarak kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülük değerlerini incelemişlerdir. Deney sonuçlarına göre, hibrid nanoakışkan koşulunun Al_2O_3 katkılı nanoakışkana göre, kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülük değerlerini azalttığını ifade etmişlerdir (Sharma vd., 2017). Zhang ve arkadaşları nikel esaslı Inconel 718'in taşlanmasında Molibden di sülfit, Karbon nanotüp ve hibrid MoS_2/karbon nanotüp katkılı nano akışkan soğutma koşulları altında, taşlama kuvveti, sürtünme katsayısı ve iş parçası yüzey kalitesi değerlerini incelemişlerdir. Deney sonuçlarına göre, hibrid nanoakışkanın, diğer nanoakışkanlara göre daha iyi performans gösterdiğini iddia etmişlerdir (Zhang vd., 2015).

2.5. Kriyojenik Soğutma Yöntemi

Kriyojenik soğutma kesme sıcaklığını azaltarak işleme verimliliğini artırmak için; kesme bölgesine (-80 ve -196 °C'de) sıvı soğutucu (genelde CO_2 veya LN_2) püskürtülerek yapılan soğutma işlemidir. Geleneksel kesme sıvılarının aksine, kriyojenik soğutma temiz, güvenli, toksik olmayan atmosferde kolay buharlaşan, bertaraf maliyeti olmayan soğutma tekniklerinden birisi olarak bilinmektedir.

Metal işlemede kullanılan soğutma yöntemleri, hem üretkenliğin arttırılmasında hem de ekolojik verimlilik noktasında gelişmelere ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda, özellikle sürdürülebilir imalat için çevreyle dost kullanıcıya yan etkileri olmayan, kriyojenik soğutma yöntemlerinin uygulandığı bazı çalışmaların literatürde yer aldığı görülmektedir. Uçak ve Çiçek Inconel 718 süper alaşımının delinmesiyle ilgili yaptıkları çalışmada, 5 mm çapında kaplamasız ve TiAlN kaplamalı matkapla kuru, ıslak ve kriyojenik (LN2) soğutma şartlarında delik delme işlemi uygulamışlardır. Deneylerde kesme parametresi olarak 10 m/dak kesme hızı ve 0,02 mm/dev ilerleme değeri kullanmışlardır. LN2 soğutma şartının

kesme bölgesindeki sıcaklığı önemli derecede düşürmesi sonucu düşük yüzey altı deforme olmuş tabaka kalınlığı ve delik girişinde daha az çapak oluşumunun olduğunu belirtmişlerdir (Uçak ve Çiçek, 2017).

Quteiro ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Inconel 718 malzemeye, 12 mm çapında TiAlN kaplı kesici takımla 10 mm derinliğinde, ıslak ve kriyojenik (LN_2) soğutma şartlarında delik delme işlemi uygulamışlardır. Islak soğutma şartı için, kesme hızı 10 ve 30 m/dak ilerleme miktarı 0,08 ve 0,11 mm/dev; kriyojenik (LN_2) soğutma şartı için, kesme hızı 5 ve 24 m/dak, ilerleme miktarı 0,08 ve 0,11 mm/dev olarak belirlemişlerdir. Kriyojenik soğutma şartlarında meydana gelen takım aşınmasının, ıslak soğutma şartına göre daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir (Quteiro vd., 2015).

Bu yenilikçi diye adlandırılan sistemlerde, hem çevresel faktörler ön plana çıkmış, hem de işleme performansına olumlu yönde, önemli katkıları olduğu ifade edilmiştir. Kriyojenik soğutma sisteminin kuru, ıslak, MMY kesme koşulları altında karşılaştırıldığında, daha az boyutsal hata, daha iyi yüzey kalitesi ve takım ömrü sağladığı belirtilmiştir (Kaynak vd., 2014; Xia vd., 2016). Kriyojenik soğutma diğer işleme koşullarına göre (ıslak ve MMY) takım aşınmasının ve kesme bölgesinde oluşan ısının azaltılmasında önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (Dix vd., 2014). Ayrıca kriyojenik soğutma yöntemi, çevre dostu olmasının yanında artık kalıntı bırakmadığından ve atık bertaraf maliyeti olmadığından, konvansiyonel soğutma yöntemlerinden daha çok maliyet tasarrufu sağlanabilmektedir (Pusavec vd., 2010)

2.6. Kriyojenik+MMY Soğutma/Yağlama Yöntemi

Kriyojenik soğutmada kesme bölgesinde oluşan sıcaklık her ne kadar düşük mertebelerde olsa da yağlayıcılık özelliği zayıf olduğundan kesici takımda aşınma mekanizmaları hızla gelişmektedir. Bu da kesici takım ömrünü olumsuz yönde etkilemektedir. Araştırmacılar bu noktadan hareketle hem kesme bölgesinde oluşan sıcaklığın düşürülmesinde hem de yağlayıcılık özelliğinin arttırılmasında kriyojenik ve MMY yöntemlerini aynı anda kullanmışlardır. Literatürde yer alan bazı çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

Pereira ve arkadaşları; Inconel 718 süper alaşım malzemesine 16 mm çapında kesici takımla kuru, ıslak, kriyojenik (CO_2), MMY, hibrid (CO_2+MMY) soğutma koşulunda frezeleme işlemi uygulamışlardır. 120 m/dak kesme hızı ve 0,06 mm/dev ilerleme değerlerinin eksenel kesme derinliği 0,2 mm, radyal kesme derinliği 3 mm ve bitkisel esaslı yağ debisi 100 mL/saat kullanıldığı deneyler sonucunda oluşan takım aşınma değerlerini incelemişlerdir. Deneyler sonucunda, MMY ile ıslak işleme

karşılaştırıldığında MMY'nin kesici takım ömrünü %84,2'ye kadar artırdığını tespit etmişlerdir. CO_2+MMY'nin ise ıslak soğutmaya göre takım ömrünü % 93,5 arttırdığını tespit etmişlerdir (Pereira vd., 2015). Shokrani ve arkadaşları; Inconel 718 süper alaşım malzemesini 12 mm çapında TiSiN kaplı kesici takım kullanarak, 60 m/dak kesme hızında, 0,05 mm/diş ilerleme değerinde MMY, kriyojenik (LN_2) ve hibrid (kriyojenik+MMY) soğutma şartlarında frezeleyerek; takım aşınması, takım ömrü, yüzey pürüzlülük ve enerji tüketim değerlerini incelemişlerdir. Hibrid soğutmanın, MMY soğutma şartına göre takım ömrünü yaklaşık %100 ve yüzey pürüzlülüğünü %18 iyileştirdiğini tespit etmişlerdir (Shokrani vd., 2017). Kriyojenik soğutma yöntemi ile delik delme işleminin kuru delik delme yöntemlerine göre ısı oluşumunu önemli derecede azalttığı belirlenmiştir.

2.7. Kriyojenik+NanoMMY

Kesme yağına nanopartikül eklenmesiyle MMY yönteminin işleme performansına son derece olumlu katkıları olduğunu gören araştırmacılar, kriyojenik soğutmayla birlikte kesme bölgesine MMY yöntemiyle gönderilen kesme sıvısına farklı oranlarda nanopartiküller eklemişlerdir. Kriyojenik soğutma ve NanoMMY yöntemlerinin kullanıldığı metal işleme çalışmalarına aşağıda değinilmiştir.

Yıldırım yaptığı çalışmada Inconel 625 malzemeyi 70 m/dak kesme hızında, 0,1 mm/dev ilerlemede 0,8 mm işleme derinliğinde tornalayarak takım aşınması, yüzey pürüzlülüğü ve kesme sıcaklığı değerlerini incelemişlerdir. Çalışmada kuru, MMY, NanoMMY (hacimce % 0,5 ve 1 hBN, % 0,5 ve %1 Al_2O_3, % 0,5 ve %1 hBN+Al_2O_3), kriyojenik (LN_2) ve Kriyojenik+NanoMMY soğutma koşulunda deneyleri gerçekleştirmiştir. Hacimce % 0,5 karışım oranında hBN'nin Al_2O_3'e göre daha iyi sonuç verdiğini gözlemlemiştir. Kuru işleme ile karşılaştırıldığında, yüzey kalitesi bakımından hacimce % 0,5 hBN+LN_2'nin % 44,54 daha iyi sonuç verdiğini tespit etmiştir. En düşük takım aşınması değeri 0,5 hBN+LN_2 soğutma koşulunda gözlemlenmiştir (Yıldırım, 2019). Kim ve arkadaşları; Ti-6Al-4V malzemeye kuru, MMY, NanoMMY (ağırlıkça % 01 ve 1 hBN), kriyojenik (CO_2) soğutma şartlarında mikro frezeleme işlemi uygulayarak, kesme kuvveti, sürtünme katsayısı, takım aşınması, yüzey pürüzlülüğü değerlerini incelemişlerdir. Deneyler sonucunda hBN ilaveli NanoMMY ve kriyojenik işlemin aynı anda uygulandığı soğutma şartlarında takım aşınması yüzey pürüzlülüğü, kesme kuvveti, sürtünme kuvveti ve takım aşınması değerlerinin azaldığını ve yüzey kalitesinin iyileştiğini tespit etmişlerdir (Kim vd., 2016).

Park ve arkadaşları; Ti-6Al-4V malzemeye ıslak, NanoMMY (70 nm boyutunda ağırlıkça %5 hBN ilaveli), içten/dıştan kriyojenik (LN_2)

soğutma şartlarında frezeleme işlemi uygulamışlardır. Çalışmada; 16 mm çapında AlCrN kaplamalı kesici takım, 72 ve 86 m/dak kesme hızı, 0,1 mm/diş ilerleme değeri kullanmışlar, kesme kuvveti ve kesici takım ömürlerini incelemişlerdir. NanoMMY ve içten kriyojenik soğutmanın, kesme kuvveti ve takım ömrü bakımından daha iyi sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir. NanoMMY ve içten kriyojenik soğutmanın hibrid olarak kullanıldığı soğutma tekniğinin, ıslak soğutma tekniğine göre takım ömrünü %32 daha iyileştirdiğini tespit etmişlerdir (Park vd., 2015).

3. SONUÇLAR

Petrol esaslı mineral yağlar geri dönüştürülemediği gibi çevreye ve operatöre kalıcı zararlar verebilmektedir. Bu yüzden petrol esaslı metal işleme yağları yerine biyolojik olarak parçalanabilen, yenilikçi ve aynı zamanda çevreyle dost bitkisel esaslı yağlar tercih edilmeye başlanmıştır. Sürdürülebilir imalat sürecinde üretim maliyetlerinin %10-17'sini oluşturan soğutma/yağlama üzerine ıslak kesmeye alternatif ekolojik, çevreyle dost, toksik olmayan MMY, NanoMMY ve kriyojenik üzerine çalışmaların yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmada; metal kesme işleminde kullanılan yenilikçi soğutma/yağlama koşulları üzerine bir araştırma yapılmış ve aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

- Çalışmalarda MMY yönteminin kuru, ıslak kesme koşullarına kıyasla, kesme kuvvetlerinde ve kesme sıcaklıklarında azalmanın yanında takım ömründe iyileşme görüldüğü belirtilmiştir.
- Islak kesmeye göre daha ekolojik olan MMY sistemi içerisine, ortalama 1-100 nm boyutlarında nanopartiküllerin eklenmesiyle termal iletkenlikte artış, iş parçası yüzey kalitesinde ve kesici takım ömründe iyileşmeler sağlandığı yapılan çalışmalarda bildirilmiştir.
- NanoMMY üzerine yapılan çalışmalarda özellikle kullanılan nanopartikül tozların farklı türde ve oranda (ağırlıkça veya hacimce) kullanılmakla beraber belli bir standardın olmadığı da ayrıca görülmüştür.
- Genelde CO_2 ve LN_2 sıvı halde kullanıldığı kriyojenik soğutma olarak adlandırılan, soğutma sayesinde kesme bölgesinde oluşan ısının ciddi oranda azaltıldığı yapılan çalışmalarda vurgulanmıştır. Kriyojenik soğutma kullanılarak gerçekleştirilen işlenebilirlik çalışmalarında takım ömründe ciddi artışların olduğu bildirilmesine karşın, aşırı soğutmanın iş parçasının gevrekleşmesine neden olduğu ve ürün kalitesini olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir.
- Kriyojenik soğutmada her ne kadar kesme bölgesindeki sıcaklık düşük mertebelerde oluşsa da yağlayıcılık özelliği düşük olduğundan yüzey kalitesi düşük ve kesici takımda aşınma mekanizmaları hızla gelişebilmektedir. Yapılan Kriyojenik+MMY

çalışmalarında kesici takım ömründe Kriyojenik soğutmaya kıyasla ciddi iyileşmeler olduğu (%80-100) gözlemlenmiştir.

- ❖ MMY yönteminde kesme sıvısının içerisine nano boyutlarda partiküller eklenmesiyle işleme performanslarında ciddi artışlar yaşandığını gören araştırmacılar, Kriyojenik+ NanoMMY soğutma yağlama yöntemini denemişlerdir. Yapılan çalışmalar neticesinde kesici takım ömür değerlerinde artışın yanı sıra Kriyojenik+MMY soğutma yöntemine göre işleme performansında da iyileşmelerin olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan çalışma neticesinde, sürdürülebilir imalat sürecinde soğutma stratejileri üzerine yapılan çalışmalar irdelenmiştir. Çalışma sonunda araştırmacıların ekolojik soğutmaya daha önem verdiği ve çalışmalarını bu konuda daha da yoğunlaştırdığı anlaşılmıştır. MMY, NanoMMY, HibridNanoMMY, Kriyojenik, Kriyojenik+MMY ve Kriyojenik+NanoMMY soğutma yöntemleri üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda hız kazanmakla beraber ilerleyen süreçlerde çalışmaların daha derinlik kazanacağı düşünülmektedir.

4. KAYNAKLAR

Altın, A. (2014). Optimization of the turning parameters for the cutting forces in the Hastelloy X superalloy based on the Taguchi method. Materiali in tehnologije, 48(2), 249-254.

Chapin III, F. S., Torn, M. S., & Tateno, M. (1996). Principles of ecosystem sustainability. American Naturalist, 1016-1037.

Chen, Y.C., &Liao, Y. S. (2003).Study on wear mechanisms in drilling of Inconel 718 superalloy. Journal of Materials Processing Technology, 140,269-273.

Dhar, N. R., Islam, M. W., Islam, S., & Mithu, M. A. H. (2006). The influence of minimum quantity of lubrication (MQL) on cutting temperature, chip and dimensional accuracy in turning AISI-1040 steel. Journal of materials processing technology, 171(1), 93-99.

Dix, M., Wertheim, R., Schmidt, G., & Hochmuth, C. (2014). Modeling of drilling assisted by cryogenic cooling for higher efficiency. CIRP Annals, 63(1), 73-76.

Hadi, M. A., Ghani, J. A., Haron, C. C., & Kasim, M. S. (2013). Comparison between up-milling and down-milling operations on tool wear in milling Inconel 718. Procedia Engineering, 68, 647-653.

Holmes, K.(2008).Minimum Quantity Lubrication (MQL) is a key technology to lower manufacturing costs for automotive, aerospace, defense and other industries, Manufacturing Business and Technology Forum, Dearborn.

Kasim, M. S., Che Haron, C. H., Ghani, J. A., Hadi, M. A., Izamshah, R.,

Anand, T. J. S., & Mohamed, S. B. (2016). Cost evaluation on performance of a PVD coated cutting tool during end-milling of Inconel 718 under MQL conditions. Transactions of the IMF, 94(4), 175-181.

Kaynak, Y., Lu, T., & Jawahir, I. S. (2014). Cryogenic machining-induced surface integrity: a review and comparison with dry, MQL, and flood-cooled machining. Machining Science and Technology, 18(2), 149-198.

Kıvak, T., Habalı, K., & Şeker, U. (2010). Inconel 718'in Delinmesinde Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü ve Talaş Oluşumu Üzerindeki Etkisinin Araştırılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25(2), 293-298.

Kim, D.H., Lee, P.H., Kim, J.S., Moon, H., &Lee, S.W.(2014). Experımental study on mıcro end-mıllıng process of Ti-6Al-4V usıng nanofluıd mınımum quantıty lubrıcatıon (mql), Proceedings of the ASME 2014 International Manufacturing Science and Engineering Conference, Detroit, Michigan, USA.

Kim, J. S., Kim, J. W., Kim, Y. C., & Lee, S. W. (2016, June). Experimental Study on Environmentally-Friendly Micro End-Milling Process of Ti-6Al-4V Using Nanofluid Minimum Quantity Lubrication With Chilly Gas. In ASME 2016 11th International Manufacturing Science and Engineering Conference (pp. V002T05A006-V002T05A006). American Society of Mechanical Engineers.

Kommineni, C. (2001). Occupational Risk; Metal-Working Fluids Attack Liver and Gonads. Cancerweekly Plus, 08967385.

Motorcu, A.R., Kuş, A., Durgun, İ.(2014). The evaluation of the effects of control factors on surface roughness in the drilling of Waspoloy superalloy, Measurement,58,394-408.

Outeiro, J. C., Lenoir, P., & Bosselut, A. (2015). Thermo-mechanical effects in drilling using metal working fluids and cryogenic cooling and their impact in tool performance. Production Engineering, 9(4), 551-562.

Park, K. H., Yang, G. D., Suhaimi, M. A., Lee, D. Y., Kim, T. G., Kim, D. W., & Lee, S. W. (2015). The effect of cryogenic cooling and minimum quantity lubrication on end milling of titanium alloy Ti-6Al-4V. Journal of Mechanical Science and Technology, 29(12), 5121-5126.

Pereira, O., Català, P., Rodríguez, A., Ostra, T., Vivancos, J., Rivero, A., & López-de-Lacalle, L. N. (2015). The use of hybrid CO2+ MQL in machining operations. Procedia engineering, 132, 492-499.

Prasad, M. M. S., & Srikant, R. R. (2013). Performance evaluation of nano graphite inclusions in cutting fluids with MQL technique in turning of AISI 1040 steel. International Journal of Research in Engineering and Technology, 2(11), 381-393.

Pusavec, F., Krajnik, P., & Kopac, J. (2010). Transitioning to sustainable

production–Part I: application on machining technologies. Journal of Cleaner production, 18(2), 174-184.

Rahim, E. A., & Sasahara, H. (2010). Surface integrity in MQL drilling nickel-based superalloy. In Key Engineering Materials ,447,811-815.

Sharma, A. K., Singh, R. K., Dixit, A. R., & Tiwari, A. K. (2017). Novel uses of alumina-MoS2 hybrid nanoparticle enriched cutting fluid in hard turning of AISI 304 steel. Journal of Manufacturing Processes, 30, 467-482.

Sharma, A. K., Tiwari, A. K., & Dixit, A. R. (2015). Progress of nanofluid application in machining: a review. Materials and Manufacturing Processes, 30(7), 813-828.

Sharma, A. K., Tiwari, A. K., & Dixit, A. R. (2016). Effects of Minimum Quantity Lubrication (MQL) in machining processes using conventional and nanofluid based cutting fluids: A comprehensive review. Journal of cleaner production, 127, 1-18.

Sharma, A. K., Tiwari, A. K., Dixit, A. R., Singh, R. K., & Singh, M. (2018). Novel uses of alumina/graphene hybrid nanoparticle additives for improved tribological properties of lubricant in turning operation. Tribology International, 119, 99-111.

Sharma, S. K., & Gupta, S. M. (2016). Preparation and evaluation of stable nanofluids for heat transfer application: a review. Experimental Thermal and Fluid Science, 79, 202-212.

Sharma, V. S., Dogra, M., & Suri, N. M. (2009). Cooling techniques for improved productivity in turning. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 49(6), 435 453.

Shingarwade, R.U., Chavan, P.S. (2014). A Review On MQL In Reaming, Int. J. Mech. Eng. Rob. Res, 392-399.

Shokrani, A., Dhokia, V., & Newman, S. T. (2017). Hybrid cooling and lubricating technology for CNC milling of Inconel 718 nickel alloy. Procedia Manufacturing, 11, 625-632.

Singh, R. K., Dixit, A. R., Mandal, A., & Sharma, A. K. (2017). Emerging application of nanoparticle-enriched cutting fluid in metal removal processes: a review. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 39(11), 4677-4717.

Singh, R. K., Sharma, A. K., Dixit, A. R., Tiwari, A. K., Pramanik, A., & Mandal, A. (2017). Performance evaluation of alumina-graphene hybrid nano-cutting fluid in hard turning. Journal of cleaner production, 162, 830-845.

Sreejith, P. S., & Ngoi, B. K. A. (2000). Dry machining: machining of the future. Journal of materials processing technology, 101(1-3), 287-291.

Şirin, Ş., & Kıvak, T.(2019). Performances of different eco-friendly nanofluid lubricants in the milling of Inconel X-750 superalloy. Tribology International, 137;180-192.

Uçak, N., & Çiçek, A. (2017, September). Talaşlı İmalat Süreçlerinde Kriyojenik Soğutma Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma. In 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science 29-30 September 2017 (ISITES2017 Baku-Azerbaijan).

Uzun, G., Yağmur, S., Korkut, İ., Şeker, U. (2017).Hastelloy X süper alaşımının tornalanmasında kriyojenik işlem uygulanan PVD ve CVD kaplamalı takımların performansının incelenmesi, GU J Sci, Part C, 5(1),231-239.

Wang, C., Li, K., Chen, M., & Liu, Z. (2015). Evaluation of minimum quantity lubrication effects by cutting force signals in face milling of Inconel 182 overlays. Journal of Cleaner Production, 108, 145-157.

Xia, T., Kaynak, Y., Arvin, C., & Jawahir, I. S. (2016). Cryogenic cooling-induced process performance and surface integrity in drilling CFRP composite material. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 82(1-4), 605-616.

Yacher, J., Heitbring, W., Burroughs, E.(1997).Concenration of metalworking mists and after installation of a commercial air cleaner, Sauer Sundstrand Company,ECTB,218-12a.

Yıldırım, Ç.V.(2019).Experimental comparison of the performance of nanofluids, cryogenic and hybrid cooling in turning of Inconel 625.Tribology International,137,366-378.

Yu, C., Guo, J., Zhang, Y., & Li, J. (2010, October). Surface roughness regression modeling approach for turning Hastelloy X alloy by genetic algorithms. In 2010 International Conference on Information, Networking and Automation (ICINA) (Vol. 1, pp. V1-416). IEEE.

Zhang, S., Li, J. F., & Wang, Y. W. (2012). Tool life and cutting forces in end milling Inconel 718 under dry and minimum quantity cooling lubrication cutting conditions. Journal of Cleaner Production, 32, 81-87.

Zhang, Y., Li, C., Jia, D., Zhang, D., & Zhang, X. (2015). Experimental evaluation of the lubrication performance of MoS2/CNT nanofluid for minimal quantity lubrication in Ni-based alloy grinding. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 99, 19-33.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

DÖRT KOL MEKANİZMA TABANLI BİR TUTUCUNUN KİNEMATİK ANALİZİ VE ÇALIŞMA UZAYI

Samet Yavuz
Çankaya Üniversitesi, Ankara, syavuz@cankaya.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, temel olarak bir dört kol mekanizmasını taban kabul eden paralel bir tutucu mekanizması incelenmiştir. Dört kol mekanizma tabanlı tutucunun kinematik olarak denklemleri önerilmiş ve belirlenen boyutlarda mekanizmanın hangi hacimde cisimleri kavrayabileceği gösterilmiştir. Çalışmada öncelikle; dört kol mekanizma tabanlı tutucunun geometrisi incelenmiştir. Tutucunun kaç serbestlik derecesine sahip olduğu belirlenmiş ve uzuvları tanıtılmıştır. Bir sonraki başlık altında dört kol mekanizma tabanlı tutucunun kinematik çözümlemesi yapılmıştır. Kinematik çözümleme ile birlikte aktif eklemin hareketi ile mekanizma uzuvlarının nasıl ve hangi miktarda hareket ettikleri tespit edilmiş ve uç uzvun çalışma uzayı çıkartılmıştır. Tespit edilen çalışma uzayı ile birlikte hangi geometrilerde ve boyutlarda cisimlerin tutulup taşınabileceği gösterilmiştir.

1. Giriş

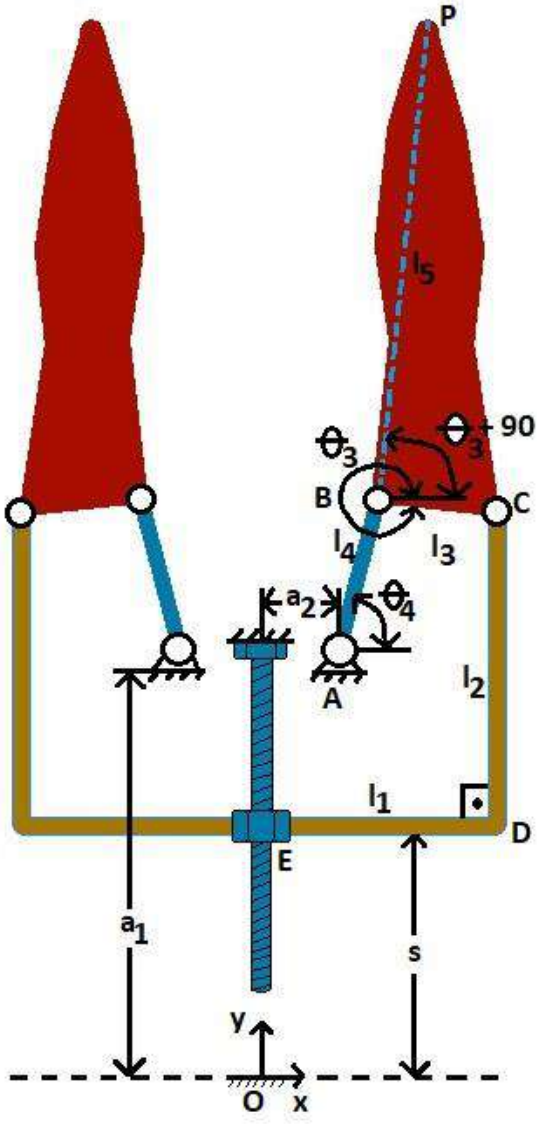
Bir diğer adı da kıskaç el olarak dilimize geçmiş olan tutucular endüstriyel amaçlı kullanılan robotların vazgeçilmez unsurlarındandır. Nesneleri kavrama, bir yerden bir yere taşıma gibi görevler gören tutucular kullanım alanları ve kapasitelerine göre farklı tasarımlara sahip olabilmektedirler. Genellikle sanayide kullanılan tutucular tek serbestlik derecesine sahiptir. Akademik anlamda ise tek serbestlik derecesine sahip tek bir çalışmaya rastlanılmaktadır [1]. Literatür araştırıldığında akademik anlamda üzerinde çalışılan diğer tutucuların birden fazla serbestlik derecesine sahip oldukları görülecektir.

Bu çalışmada da tek serbestlik derecesine sahip bir tutucu ele alınmış olup, bu tutucu temelde bir dört kol mekanizmasını taban alarak çalışmaktadır. Mekanizmanın tahriki, iki dört kol mekanizmasının ortak uzvu olan U şekilli parçanın Y eksenine göre geometri merkezine bağlanan vidalı mil ile sağlanmaktadır. Vidalı mil tüm mekanizmayı Y ekseni üzerinde tahrik ederken tutucunun parmak uzuvları X-Y düzleminde bir yay çizerek nesneleri içten ve dıştan kavrama işlemini gerçekleştirmektedir.

Çalışmada ana hatlarıyla sırasıyla, mekanizmanın geometrik olarak incelenmesi, serbestlik analizi, ileri ve geri kinematik analizi, mekanizmanın uç noktasının çalışma uzayının çıkartılması, iç ve dış çepere sahip kavranabilecek cisimlerin boyutlarının tespit edilmesi konuları işlenmiştir.

2. Mekanizma Geometrisi

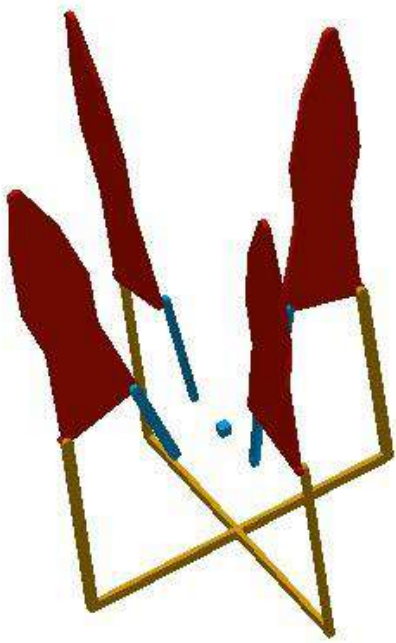
Mekanizmanın geometrisi genel olarak bir dört kol mekanizmasını taban almaktadır. Mekanizmanın genel hatları, uzuv isimleri ve uzuvların dönüş, ötelenme parametreleri şekil 1 üzerinde görülmektedir.



Şekil 1. Dört Kol Mekanizması Tabancı Tutucu

Mekanizma Y eksenine göre simetrik olduğu için sadece sağ yarı parçası üzerinden analizler gerçekleştirilecektir. Burada a_1 ve a_2 mesafeleri referans koordinat sisteminden A noktasının uzaklığını vermektedir. S mesafesi mekanizmanın girdi değeri olup somunun Y ekseninde vidalı mil üzerinde aldığı mesafeyi vermektedir. L (1,2,3,4,5) uzunlukları ise mekanizmanın sahip olduğu uzuvların uzunluklarını temsil etmektedir.

Mekanizma dört uzva ve dört ekleme sahiptir. Bu eklemlerden üç tanesi döner, bir tanesi ise prizmatiktir. Serbestlik formülüne göre, mekanizmanın serbestlik derecesi $3\ (n-1)-2\ J_p-J_h = 3\ (4-1)-2\ 4-0 = 1$ olarak hesaplanabilir. Ayrıca mekanizma sahip olduğu simetri nedeniyle 4 ya da 6 parmak uzvuna da sahip olabilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Dört Parmak Uzvuna Sahip Tutucu Mekanizması

3. Mekanizmanın Kinematik Analizi

Mekanizmanın kinematik analizini yapabilmek ve çalışma uzayını çıkartabilmek için öncelikle mekanizmanın kapalı döngü denklemlerini yazmamız gerekmektedir.

$$\overrightarrow{OC} = \overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} \quad (1)$$

Eşitlik (1)'i X ve Y eksenlerine ayırırsak aşağıdaki eşitlikleri elde ederiz.

$$l_1 = a_2 + l_4\,Cos(\theta_4) + l_3\,Cos(\theta_3) \quad (2)$$

$$s + l_2 = a_1 + l_4\,Sin(\theta_4) + l_3\,Sin(\theta_3) \quad (3)$$

Eşitlik (2) ve (3)'ü kullanarak θ_3 ifadesini elemine ettiğimizde elimizde aşağıdaki eşitlik kalmaktadır.

$$A_1 + A_2 Cos(\theta_4) + A_3 Sin(\theta_4) = 0 \quad (4)$$

Burada:

$f = (a_2 - l_1)^2 + (s + l_2 - a_1)^2 + l_4^2 - l_3^2$

$g = 2\,l_4\,(a_2 - l_1)$

$h = 2\,l_4\,(a_1 - l_2 - s)$

Diye yazılabilir. Eşitlik (3)'ü θ_4 için çözdüğümüz zaman ilk ters kinematik eşitliğimizi aşağıdaki gibi elde ederiz.

$$\theta_4 = \mathrm{Tan}^{-1}\left[-\frac{f\,g+\sqrt{h^2(-f^2+g^2+h^2)}}{g^2+h^2}, -\frac{f\,h^2-g\sqrt{h^2(-f^2+g^2+h^2)}}{g^2h+h^3}\right] \quad (5)$$

θ_3 İfadesini ise $\theta_3 = \mathrm{Tan}^{-1}[Cos(\theta_3), \mathrm{Sin}(\theta_3)]$ şeklinde yazabiliriz. $Cos(\theta_3), \mathrm{Sin}(\theta_3)$ İfadelerini, eşitlik (2) ve eşitlik (3)'ten çektiğimizde θ_3'ü aşağıdaki gibi elde edebilmekteyiz.

$$\theta_3 = \mathrm{Tan}^{-1}\left[\frac{l_1-a_2-l_4\mathrm{Cos}(\theta_4)}{l_3}, \frac{s+l_2-a_1-l_4\mathrm{Sin}(\theta_4)}{l_3}\right] \quad (6)$$

Böylelikle ters kinematik eşitlikleri elde etmiş olduk. İleri kinematik analiz için ise bize sadece P noktasının (parmak uzvunun uç noktası) X ve Y eksenlerini veren eşitlikleri yazmamız yeterli olacaktır.

$$P_X = a_2 + l_4 Cos(\theta_4) + l_5 Cos(\theta_3 + 90^o) \quad (7)$$

$$P_Y = a_1 + l_4 Sin(\theta_4) + l_5 Sin(\theta_3 + 90^o) \quad (8)$$

4. Mekanizmanın Çalışma Uzayının Tespiti

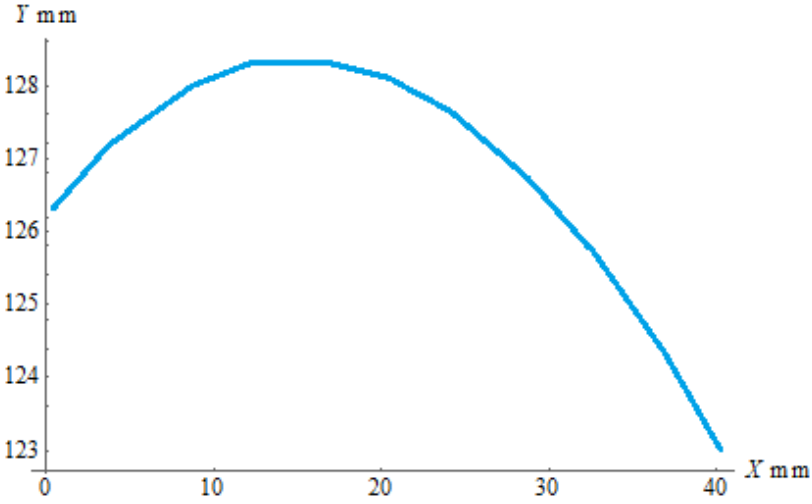
Mekanizmanın çalışma uzayını tespit edebilmek için ters ve ileri kinematik denklemler bir döngü içerisine yerleştirilmiş ve sistemin girdisi olan s ifadesinin aldığı değerlere karşılık gelen P noktasının X ve Y koordinatları tespit edilmiştir. Bu koordinat noktaları birleştirilerek, mekanizmanın parmak uzvunun uzayda çizdiği eğri tespit edilmiş ve çalışma uzayı çıkartılmıştır. Mekanizma boyutları Tablo 1'de olduğu gibi belirlenmiştir.

Tablo 1. Mekanizma Boyutları (Tüm ölçüler mm'dir.)

a_1 = 49	**a_2 = 10**	**l_1 = 30**
l_2 = 40	l_3 =15	l_4 = 20
l_5 = 60	s = 22 – 32 (Yer koordinatlarından itibaren)	

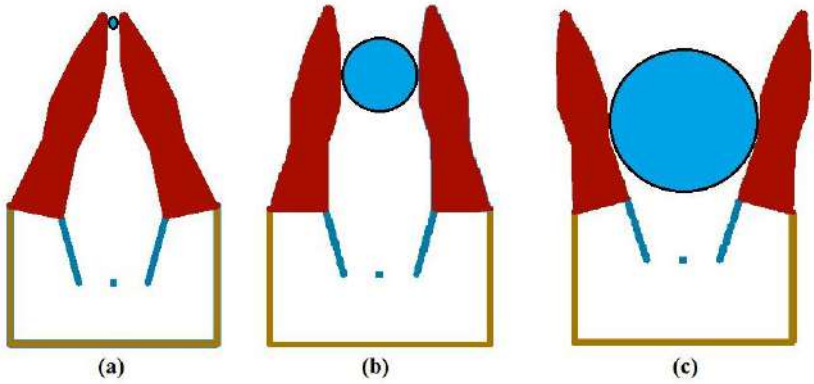
Mekanizma için oluşturulan döngü aşağıda verilmiştir. Döngü sonucu elde edilen eğri Şekil 3 üzerinde görülebilir.

```
For[s = 22, s < 33, s++,
 a1 = 49;
 a2 = 10;
 l1 = 30;
 l2 = 40;
 l3 = 15;
 l4 = 20;
 l5 = 60;
 A1 = (a2 - l1)^2 + l4^2 + (-a1 + l2 + s)^2 - l3^2;
 A2 = 2 (a2 - l1) l4;
 A3 = 2 l4 (a1 - l2 - s);
 θ4 = ArcTan[-(A1 A2 + Sqrt[A3^2 (-A1^2 + A2^2 + A3^2)])/(A2^2 + A3^2),
    -(A1 A3^2 - A2 Sqrt[A3^2 (-A1^2 + A2^2 + A3^2)])/(A2^2 A3 + A3^3)] // N;
 θ3 = ArcTan[(l1 - a2 - l4 Cos[θ4])/l3, (s + l2 - a1 - l4 Sin[θ4])/l3] // N;
 Px = a2 + l4 Cos[θ4] + l5 Cos[θ3 + π/2] // N;
 Py = a1 + l4 Sin[θ4] + l5 Sin[θ3 + π/2] // N;
 Print[Px];
 Print[Py];
]
```

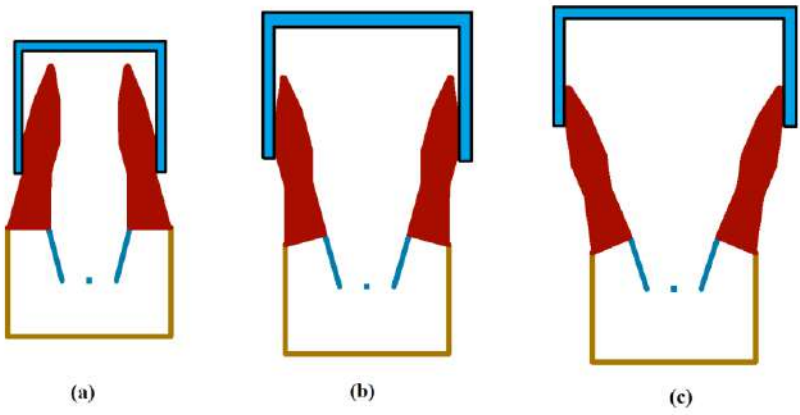


Şekil 3. Döngü Sonucu Elde Edilen Eğri (sağ parmak uzvu için)

İçten ve dıştan kavranabilecek farklı boyuttaki nesneler ve kavrama duruşları Şekil 4 ve Şekil 5 üzerinde görülebilir.



Şekil 4. Dıştan Nesne Kavrama, (a) 3 mm çapında, (b) 20 mm çapında, (c) 40 mm çapında



Şekil 5. İçten Nesne Kavrama, (a) 50 mm çapında, (b) 70 mm çapında, (c) 80 mm çapında

5. Sonuçlar

Bu çalışmada, dört kol mekanizması tabanlı bir tutucu (kıskaç el) ele alınmıştır. Bu Tutucu, geometrik ve kinematik olarak çözümlenmiş ve belirlenen boyutlarla tutucunun çalışma uzayı elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, bu tutucu mekanizması tutulacak nesnenin geometrisine bağlı olarak (mekanizmanın Y eksenine göre simetri avantajı göz önüne alındığında) istenirse ikiden fazla parmak uzvuna sahip olabilmektedir. Çalışma içerisinde dört parmak uzvuna sahip bir tutucu örneği şekil olarak verilmiştir (Şekil 2.). Yine Şekil 4 ve 5 incelendiğinde parmak uzvunun geometrisi değiştirilerek çeşitli boyut ve geometrilerde cisimler kavranabilecektir. Mekanizmanın boyutları değiştirilerek farklı çalışma uzayları elde edilip, farklı tutuş biçimleri de geliştirilebilir.

Kaynaklar

[1] Hassan, Alaa, and Mouhammad Abomoharam. "Design of a single DOF gripper based on four-bar and slider-crank mechanism for educational purposes." Procedia CIRP 21 (2014): 379-384.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

DUBLEKS PASLANMAZ ÇELİĞİNİN FARKLI SOĞUTMA/YAĞLAMA YÖNTEMLERİ ALTINDA TORNALANMASINDA KESME SICAKLIĞININ OPTİMİZASYONU

Emre Çelik[1] & Turgay Kıvak[1] & Şenol Şirin[2,*]

[1]Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine ve İmalat Mühendisliği Bölümü, Düzce/Türkiye.

[2]Düzce Üniversitesi, Gümüşova Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Düzce/Türkiye.

[*]Sorumlu Yazar: senolsirin@duzce.edu.tr

Öz: Korozyon direnci yüksek olan Dubleks paslanmaz çelikleri, işleme esnasında kesici takım üzerinde düzensiz yığıntı talaş oluşturduğundan, işlenebilirliği zor malzeme olarak bilinirler. İşleme esnasında kesici takım üzerindeki bu yığıntı talaşlar, son derece yüksek sıcaklıkların oluşumuna neden olabilmektedir. Kesici takım ve iş parçası arasındaki sürtünmenin azaltılması, kesme sıcaklıklarının düşürülmesi adına, metal işleme sıvılarının kullanılması son derece önemlidir. Ancak günümüz imalat sanayinde hedef haline gelen temiz üretim kavramında, metal işleme sıvılarının kullanımın azaltılması bir gerekliliktir. Sürdürülebilir imalat sürecinde, kesme sıvılarının zararlı etkilerinin minimize edildiği, bazı yöntemler son yıllarda karşımıza çıkmaktadır. Bunlara yarı kuru işleme olarak adlandırılan Minimum Miktarda Yağlamayı (MMY) ve Kriyojenik (Kriyo) soğutmayı örnek olarak verebiliriz. Bu çalışmada Dubleks paslanmaz çeliğinin tornalanmasında, soğutma/yağlama yöntemi, kesme hızı ve ilerlemenin kesme sıcaklığı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Deneyler üç farklı soğutma yağlama koşulu altında (MMY, Kriyo ve Kriyo+MMY), üç farklı kesme hızında (80, 120 ve 160 m/dak) ve üç farklı ilerlemede (0,16-0,20 ve 0,24 mm/dev) gerçekleştirilmiştir. Faktörlerin etki seviyelerinin belirlenmesinde varyans analizi (Anova) kullanılmıştır. Deney sonuçlarından elde edilen verilere göre kesme sıcaklığı üzerine en etkili parametrelerin sırasıyla; %91,30 katkı oranıyla soğutma/yağlama yöntemi, %7,02 katkı oranıyla kesme hızı ve %0,34 katkı oranıyla ilerleme olduğu belirlenmiştir. Optimum kesme sıcaklığı değerlerine, Kriyojenik+MMY soğutma/yağlama yönteminde, 80 m/dak kesme hızında ve 0,16 mm/dev ilerlemede ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler; Dubleks paslanmaz çeliği, Minimum Miktarda Yağlama (MMY), Kriyojenik Soğutma, Tornalama

1. GİRİŞ

Talaş kaldırma operasyonlarında, kesici takım, talaş ve iş parçası arasındaki sürtünme, kesme bölgesinde ısının yükselmesine neden olmaktadır (Ekici vd., 2014). Kesme bölgesinde oluşan bu ısı ilk etapta talaşın iş parçasından ayrılmasına yardımcı olsa da daha da yükselmesiyle yüzey kalitesinde, kesici takım aşınması üzerine olumsuz etkiler olmasına

neden olabilmektedir. Bu nedenle işleme esnasında oluşan sıcaklığın kontrol altına alınması son derece önem arz etmektedir (Sarikaya ve Güllü, 2014). Kesme bölgesindeki sıcaklığı kontrol altına almanın en bilindik yöntemi soğutma sıvısı olarak metal kesme sıvılarının kullanımıdır. Ancak son yapılan araştırmalar, metal kesme sıvılarının insan sağlığı ve ekolojik çevre düzenine ciddi zararlar verebildiğini göstermektedir. Bu zararların minimize edilmesi ve sürdürülebilir imalat sürecinde aktif rol üstlenilmesi için kesme sıvılarının kullanılmadığı veya sınırlı olarak kullanıldığı bazı yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlerden en bilineni kuru işleme olmakla beraber çevreci bir işleme koşuludur. Ancak kuru işleme şartlarında, kesme sıcaklıkları çok daha artabilmekte, kesici takım aşınmaları ve iş parçası yüzey kalitesi kötüleşebilmektedir. Bu noktada kuru işlemeye alternatif ve çevreci soğutma/yağlama yöntemi olarak karşımıza, yarı kuru işleme olarak da adlandırılan, Minimum Miktarda Yağlama (MMY) çıkmaktadır (Yıldırım, 2016). Kuru kesme koşuluna göre avantaj sağlasa da ıslak kesme performansının bir miktar gerisinde kalabilmektedir (Ş. Şirin & Kıvak, 2019). Çevreci olarak adlandırılan bir diğer yöntem ise azot (LN_2), karbondioksit (LCO_2) gibi gazların kesme bölgesinde sıvı halde kullanıldığı, Kriyojenik (Kriyo) soğutma yöntemidir. Bu yöntemde ise iş parçası -196 ˚C gibi bir soğutma kaynağına maruz kalmasıyla plastik deformasyon için gereken sıcaklık minimize olmakta ve talaşın iş parçasından ayrılması güçleşmektedir. Son yıllarda MMY ve Kriyo soğutma/yağlamanın aynı anda kullanıldığı bazı yöntemler üzerinde çalışmaların olduğunu görmekteyiz. MMY yönteminde kullanılan bitkisel esaslı yağ çok düşük oranlarda (20 mL/saat), Kriyo soğutma yöntemiyle aynı anda kesme bölgesine gönderilerek hem soğutma hem de yağlama işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Literatürde yapılan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Park ve arkadaşları (Park et al., 2015), yaptıkları çalışmada, Ti-6Al-4V titanyum alaşımının ıslak, NanoMMY, dıştan Kriyo soğutma, içten Kriyo soğutma ve NanoMMY+içten Kriyo soğutma koşulları altında frezelenmesinde, takım aşınması ve kesme kuvvetlerinin işleme performansı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Deney sonuçlarına göre, NanoMMY+içten Kriyo soğutma koşulları altında kesici takım ömrünün ıslak kesme koşuluna %32 iyileştiğini ve kesme kuvvetlerinde ciddi azalmaların olduğunu iddia etmişlerdir. Kaynak yaptığı çalışmada (Kaynak, 2014), Inconel 718 süper alaşım malzemesinin tornalanmasında, kuru, MMY ve Kriyo kesme koşulları altında, kesme kuvveti, takım aşınması, kesme sıcaklığı, talaş morfolojisi ve yüzey pürüzlülüğünün işleme performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Deney sonuçlarına göre, Kriyo soğutma koşulunda, kesme sıcaklığının düştüğünü, takım aşınmasının azaldığını ve yüzey kalitesinin iyileştiğini belirtmiştir. Zhang ve arkadaşları, H13 çeliğinin üç farklı soğutma kanal geometrili kesici

takım kullanılarak frezelenmesinde, MMY ve Kriyo+MMY soğutma yağlama koşulları altında, kesme kuvveti ve takım aşınmasının işleme performansına etkilerini araştırmışlardır. Deney sonuçlarından elde ettikleri verilere göre, Kriyo+MMY kesme koşulunun kesme kuvvetini düşürdüğü ve takım ömründe artış sağladığını iddia etmişlerdir.

Litertürde yapılan çalışmalar incelendiğinde Dubleks paslanmaz çeliğinin, Kriyo+MMY koşulları altında tornalanmasında henüz bir çalışmaya rastlanmadığı görülmüştür. Bu çalışmada, Dubleks paslanmaz çeliğinin MMY, Kriyo ve Kriyo+MMY kesme koşulları altında, üç farklı kesme hızı (80, 120 ve 160 m/dak), üç farklı ilerleme (0,16-0,20 ve 0,24 mm/dev) kullanılarak, kesme parametrelerinin kesme sıcaklığı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Taguchinin L_{27} deneysel tasarımıyla optimizasyon işlemi yapılmış, kesme parametrelerinin, kesme sıcaklığı üzerindeki etkilerinin analizinde varyans (Anova) analizi kullanılmıştır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

Tornalama deneyleri, maksimum 4500 dev/dak devirli Accuway marka JT150 model CNC torna tezgâhında gerçekleştirilmiştir. Deneylerde kullanılan malzeme Ø50x250 mm ebatlarında ticari Dubleks paslanmaz çeliği kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tornalama deneylerinden kullanılan süper Dubleks malzemeye ait kimyasal bileşim ve mekanik özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Dubleks paslanmaz çeliği kimyasal bileşimi ve mekanik özellikleri

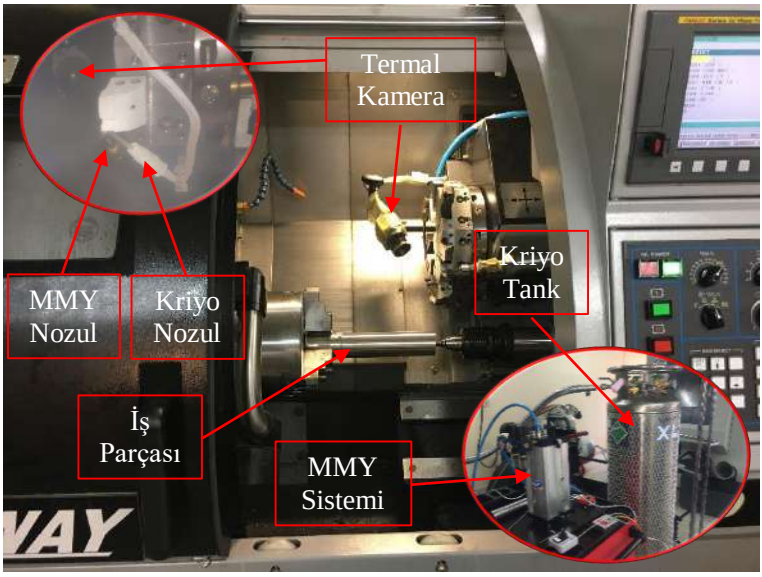
Kimyasal Bileşimi					
Kalite	**C** (%)	**N** (%)	**Mo** (%)	**Cr** (%)	**Ni** (%)
EN 1.4410 UNS S32750 F53	max 0,03	0,24~0,32	3~5	24~26	6~8

Mekanik Özellikleri			
Akma Dayanımı (MPA)	**Kopma Dayanımı** (MPA)	**Kopmadaki Uzama**	**Sertlik** (HB)
min 550	min 800	min %25	max 310

Tornalama deneylerinde TaeguTec marka CNMG 120408 ML kodlu, TT8020 kalite, 4-6 µm kalınlığında PVD yöntemiyle TiCN kaplanan karbür kesici takımlar kullanılmıştır. Deneylerde SKF marka LubriLean-Vario model, MMY sistemi kullanılmıştır. Bitkisel esaslı kesme yağı (Cuttex SYN 5, kinematik viskozitesi; 5 cSt, kırılma indisi; 1,46 nD20, parlama noktası; min 170 ˚C), kesme bölgesine 2 mm çapındaki nozul ile dışarıdan uygulanmış, nozul mesafesi 25 mm ve nozul açısı 30° olarak tüm deneylerde sabit tutulmuştur. Likit azotun (LN_2) esnek vakum ceketli hortumlarla kesme bölgesine tatbik edilmesinde, 133 kg kapasiteli Taylor

Wharton marka XL-45 HP model sıvı azot tankı kullanılmıştır. Nozul mesafesi yine MMY'de olduğu gibi 25 mm ve nozul açısı 30° olarak tüm deneylerde sabit tutulmuştur.

Deney seti, MMY sistemi ve sıvı azot tankı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Deney düzeneği

Kesme bölgesinde oluşan sıcaklığın maksimum değerinin ölçülmesinde ise OPTRIS marka PI 450 model (sıcaklık aralığı; -20~900 °C, spektral aralık; 7,5-13 µm, çerçeve hızı; 80 Hz, termal hassasiyet; 40 mK yüksek termal hassasiyet ve optik çözünürlük; 382x288 piksel detektör) kızılötesi termal kamera kullanılmıştır.

3. TAGUCHI DENEY TASARIMI

Taguchi, optimum kesme koşullarının belirlenebilmesi adına zamandan ve maliyetten tasarruf sağlayan, basit ve uygulanabilir sistematik yaklaşım sunan bir yöntemdir (Şirin vd., 2015). Bu çalışmada Taguchi ortogonal dizilimli L_{27} deney tasarımı kullanılmıştır. Kesme bölgesinde sıcaklıkların kontrol altına alınması hem kesici takım ömrünü hem de iş parçası yüzey kalitesini etkilemektedir. Kesme sıcaklığına doğrudan etki eden, işleme parametrelerinin optimize edilmesi son derece önem arz etmektedir. Bu çalışmada; Taguchi yönteminde kalite karakteristiği olarak kesme sıcaklığı dikkate alınmış ve optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Soğutma yağlama yöntemi, kesme hızı ve ilerlemenin kontrol faktörü olarak belirlendiği çalışmada, kontrol faktörleri ve seviyeleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kontrol faktörleri ve seviyeleri

Sembol	Kontrol Faktörleri	Birim	Seviyeler		
			1	2	3
A	Soğutma Yağlama Yöntemi	*SYY*	MMY	Kriyo	Kriyo+ MMY
B	Kesme Hızı Vc	*m/dak*	80	120	160
C	İlerleme f	*mm/dev*	0,16	0,20	0,24

3.1. S/N Oranı Analizleri

Taguchi yöntemi kalite özelliklerini belirlerken bazı fonksiyonlar kullanmaktadır. Bu fonksiyonlar ise elde edilen verileri sinyal/gürültü (S/N) oranına dönüştürmektedir. S/N oranının elde edildiği fonksiyon denklemi üç farklı şekilde seçilebilmektedir. Bunlar; "en büyük en iyidir", "nominal en iyidir" ve "en küçük en iyidir" amaç fonksiyonlarıdır (Yıldırım vd., 2019). Kesme bölgesinde oluşan sıcaklık değerinin düşük değerlerde olması beklendiğinden bu çalışmada "en küçük en iyidir" amaç fonksiyonu kullanılmış olup deneysel formül Eş.1'de verilmiştir.

$$\eta = S/N_S = -10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i^{\,2}\right) \quad (1)$$

Denklemde *n* gözlem sayısını, *y* ise gözlenen verileri ifade etmektedir. Tablo 3'te deneysel çalışma sonucunda elde edilen maksimum sıcaklık değerleri ve buna karşılık gelen S/N oranları verilmiştir.

Tablo 3. Deney sonuçları ve S/N oranları

Den. No	**A** Soğutma Yağlama Yöntemi	**B** Kesme Hızı (Vc) (m/dak)	**C** İlerleme (f) (mm/dev)	**Maksimum Kesme Sıcaklığı** (Tc) (°C)	**Kesme Sıcaklığı S/N Oranı** (dB)
1	MMY	80	0,16	289	-49,2180
2	MMY	80	0,20	291	-49,2779
3	MMY	80	0,24	296	-49,4258
4	MMY	120	0,16	318	-50,0485
5	MMY	120	0,20	320	-50,1030
6	MMY	120	0,24	316	-49,9937
7	MMY	160	0,16	326	-50,2644
8	MMY	160	0,20	324	-50,2109
9	MMY	160	0,24	332	-50,4228

10	Kriyo	80	0,16	181	-45,1536
11	Kriyo	80	0,20	188	-45,4832
12	Kriyo	80	0,24	195	-45,8007
13	Kriyo	120	0,16	206	-46,2773
14	Kriyo	120	0,20	213	-46,5676
15	Kriyo	120	0,24	208	-46,3613
16	Kriyo	160	0,16	236	-47,4582
17	Kriyo	160	0,20	215	-46,6488
18	Kriyo	160	0,24	241	-47,6403
19	Kriyo+MMY	80	0,16	166	-44,4022
20	Kriyo+MMY	80	0,20	174	-44,8110
21	Kriyo+MMY	80	0,24	175	-44,8608
22	Kriyo+MMY	120	0,16	171	-44,6599
23	Kriyo+MMY	120	0,20	201	-46,0639
24	Kriyo+MMY	120	0,24	185	-45,3434
25	Kriyo+MMY	160	0,16	198	-45,9333
26	Kriyo+MMY	160	0,20	200	-46,0206
27	Kriyo+MMY	160	0,24	216	-46,6891

Tablo 3'te yer alan sonuçlara göre; maksimum kesme sıcaklığının ortalama değeri olan Tc_{ort} 236,33 °C ve ortalama S/N oranı ise -47,227 dB olarak hesaplanmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlara göre oluşan S/N yanıt tablosu, Tablo 4'te verilmiştir.

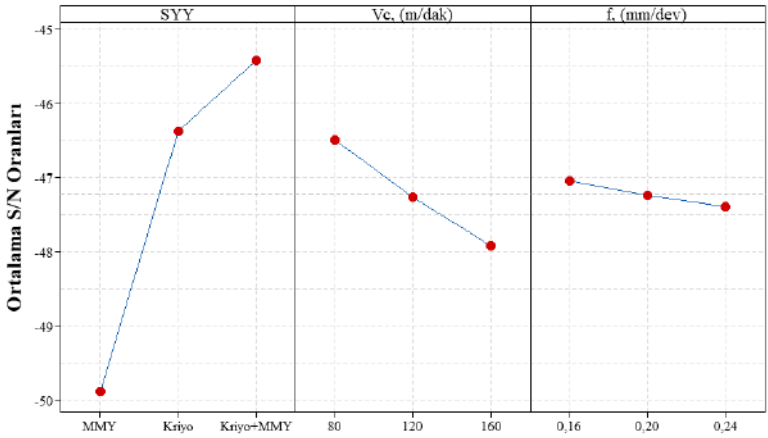
Tablo 4. Maksimum kesme sıcaklığı için S/N yanıt tablosu

Seviyeler	**Soğutma Yağlama Yöntemi**	**Kesme Hızı** (Vc) (m/dak)	**İlerleme** (f) (mm/dev)
	A	**B**	**C**
1	-49,88	**-46,49**	**-47,05**
2	-46,38	-47,27	-47,24
3	**-45,42**	-47,91	-47,39
Delta	4,46	1,43	0,35

*****Koyu renk ile gösterilen değerler, kesme sıcaklığı için kontrol faktörü optimum koşulları ifade etmektedir.

Kontrol faktörlerinin seviyelerini gösteren optimum koşullar Şekil 2'de verilmiştir. Tablo 4 ve Şekil 2'den elde edilen sonuçlara göre, en optimum kesme sıcaklık değerine; A_3, B_1 ve C_1 seviyelerinde ulaşıldığı sonucuna varılabilir. Diğer bir tanımla, Kriyo+MMY soğutma yağlama yöntemi, 80

m/dak kesme hızı ve 0,16 mm/dev ilerleme kesme sıcaklığının optimum koşullarını oluşturmaktadır.

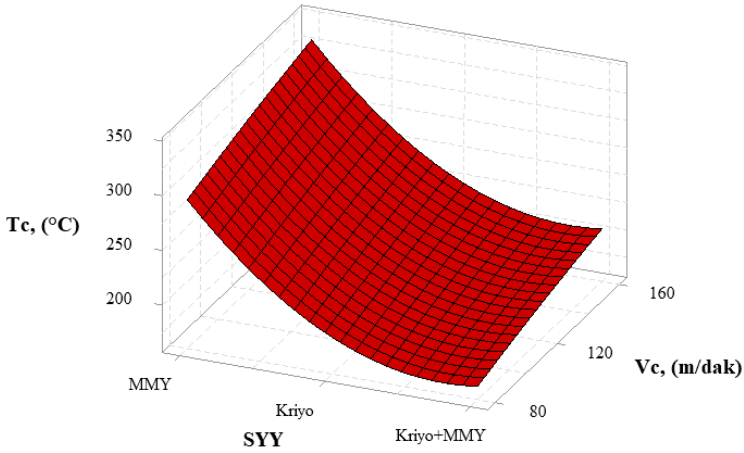


Şekil 2. Maksimum kesme sıcaklığı için S/N etki grafiği

4. DENEY SONUÇLARI

5.1. Kesme Sıcaklığı Sonuçları

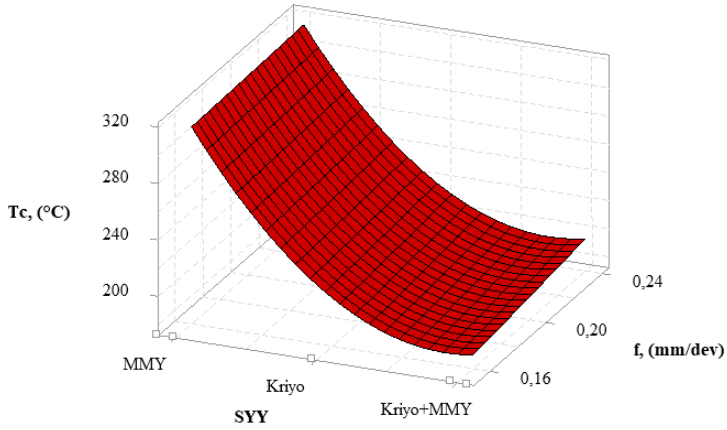
Deneyler sonucunda kesme hızı ve SYY bağlı olarak, kesme sıcaklığındaki (Tc,˚C) değişimler Şekil 3'te, ilerleme hızı ve SYY bağlı olarak, kesme sıcaklığındaki (Tc,˚C) değişimler ise Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3. Kesme hızına bağlı olarak sıcaklıktaki değişim

Şekil 3 incelendiğinde soğutma yağlama yöntemlerinin kesme sıcaklığı üzerine önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. En yüksek kesme

sıcaklığı (332 ˚C) MMY kesme koşulunda elde edilirken kriyojenik soğutmanın kesme sıcaklığını düşürmede önemli bir etkiye sahip olmuştur. MMY ve kriyojenik soğutmanın kombine edildiği Kriyo+MMY kesme koşulunda ise en düşük sıcaklık değeri (166 ˚C) elde edilmiştir. Burada MMY'nin üstün yağlayıcılık özelliği ile kriyojenik soğutmanın üstün soğutma özelliğinin kombine edilmesinin kesme bölgesindeki sıcaklıkların düşmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Kesme hızına bağlı olarak kesme sıcaklığındaki değişimlere bakıldığında ise kesme hızının artmasıyla birlikte kesme sıcaklığı değerlerinin arttığı görülmektedir. Kesme hızındaki artışla takım-talaş ara-yüzeyindeki sürtünmeye bağlı olarak kesme sıcaklığının artması beklenen bir durumdur.



Şekil 4. İlerlemeye bağlı olarak sıcaklıktaki değişim

Şekil 4 incelendiğindeyse ilerleme hızının artmasıyla birlikte kesme sıcaklığı değerlerinde bir miktar artış gözlenmiştir. Tüm soğutma yağlama koşulları için 0,16 mm/dev ilerleme değerinde en düşük kesme sıcaklığı değerleri elde edilirken, 0,24 mm/dev ilerleme değerinde ise en yüksek kesme sıcaklığı değerleri elde edilmiştir. Şekil 3 ve Şekil 4'ten elde edilen sonuçlar, optimizasyon sonucunda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir.

5.2. Varyans Analizi (Anova) Sonuçları

Taguchi L_{27} ortogonal deney tasarımında kullanılan faktörlerin birbiriyle olan etkileşimlerin etki seviyeleri, Anova analiziyle belirlenmiştir. Soğutma yağlama yöntemi, kesme hızı ve ilerleme hızının kesme sıcaklığı üzerine olan etkilerinin analizi %95 güven seviyesinde gerçekleştirilmiştir. Kesme sıcaklığa etki eden kesme parametreleri ve seviye değerleri ise Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Kesme bölgesindeki maksimum sıcaklığın Anova analizi

Kontrol Faktörü	Serbestlik Derecesi (DF)	Kareler Toplamı (SS)	Kareler Ortalaması (MS)	F Oranı	P Değeri	Etki Oranı (%)
A	**2**	**80360,2**	**40180,1**	**681,66**	**0,000**	**91,30**
B	2	6180,7	3090,3	52,43	0,000	7,02
C	2	296,2	148,1	2,51	0,106	0,34
Hata	20	1178,9	58,9			1,34
Toplam	26	88016				100

Etki oranları hesaplanmasında, F oranları kullanılmış olup, kesme sıcaklığı üzerinde en etkili parametrenin %91,30 etki oranıyla soğutma yağlama yöntemi olduğu, onu sırasıyla %7,02 etki oranıyla kesme hızı ve %0,34 oranla ilerleme hızı takip etmiştir. Analizde oluşan toplam hata %1,34'te kalmıştır.

5.3. Regresyon Analizi

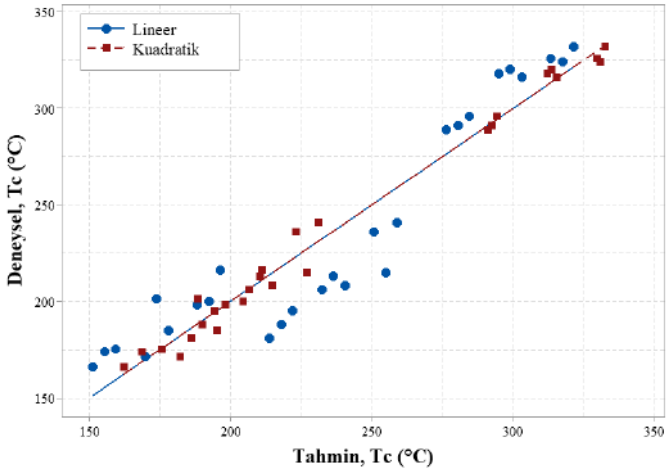
Regresyon analiz yöntemi, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak belirlemek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir (Fratila ve Caizar, 2012). Bu çalışmada bağımsız değişkenler soğutma yağlama yöntemi (SYY), kesme hızı (Vc) ve ilerleme hızı (f) olarak, bağımlı değişken ise kesme sıcaklığı (Tc) olarak belirlenmiştir. Kesme sıcaklığı için lineer regresyon denklemi Eş. 2'de verilmiştir.

$$Tc = 285,7 - 62,56\ SYY + 0,463\ Vc + 101\ f \quad (2)$$

Elde edilen doğrusal denklemle elde edilen R^2 değeri 0,8736 olarak hesaplanmıştır. Gerçek değerle tahmin edilen değer arasındaki farklar lineer denklemde daha fazla olacağından, faktörlerin etkileşimini de kapsayan kuadratik denklemin de hesaplanması gerekmektedir. Kesme sıcaklığı için kuadratik denklem Eş. 3'te verilmiştir.

$$Tc = 430,3 - 236,0\ SYY + 0,777\ Vc - 59\ f + 40,67\ SYY*SYY - 0,00115\ Vc*Vc + 104\ f*f - 0,0146\ SYY*Vc + 62,5\ SYY*f - 0,05\ Vc*f \quad (3)$$

Kuadratik denklemle elde edilen R^2 değeri 0,9875 olarak bulunmuştur. Tahmin edilen değerlerle elde edilen sonuçlar arasındaki karşılaştırma Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Kesme sıcaklığının tahmin edilen/sonuçlarının karşılaştırması

Şekil 5 incelendiğinde, tahmin edilen değerlerle gerçek değerler arasındaki en yakın tahmin sonucunun, kuadratik denklem ile elde edildiği görülmektedir.

5.4. Doğrulama Deneyleri

Doğrulama deneyleri, Taguchi yöntemiyle elde edilen optimum seviyelerin doğruluğunu kontrol etmede kullanılmaktadır. Bu nedenle optimum seviyelerin doğruluğunu kontrol etmede en az bir (1) deney yapılması gerekmektedir (Yıldırım, 2017). Bu çalışmada Taguchi yöntemiyle kesme sıcaklığının kesme parametrelerine göre optimum seviyeleri $A_3B_1C_1$ olarak tespit edilmiştir. Optimum şartların tahmini kesme sıcaklığı değeri (Tc_{opt}) Eş. 4 ve Eş. 5'ten faydalanarak hesaplanabilmektedir.

$$\eta_g = A_3 + B_1 + C_1 - 2\eta_{S/N} \quad (4)$$

$$Tc_{opt} = 10^{-\eta_g/20} \quad (5)$$

η_g ; hesaplanan optimum seviyelerin S/N oranlarını,
$\eta_{S/N}$; tüm faktörlerin ortalama S/N değerlerini ifade etmektedir.

Denklemde değerler yerlerine konulduğunda, tahmin edilen optimum kesme sıcaklığı değeri Tc_{opt} 167,996 ˚C olarak elde edilmiştir. Kesme sıcaklı değerinin, hesaplanan optimum değerlerle doğrulama deneylerinden elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde güven aralığınığı (*CI*) hesaplanması gerekmektedir. *CI* Eş. 6'dan ve 7'den faydalanarak hesaplanabilir.

$$CI = \sqrt{F_{\alpha;1;Ve} x V_e x \left(\frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r}\right)} \quad (6)$$

$$n_{eff} = \frac{N}{1+[T_{dof}]} \quad (7)$$

$F_{\alpha;1;Ve}$; %95 güvenirlik oranı
α ; önem düzeyi
f_e ; hatanın serbestlik derecesi
V_e ; hatanın varyansı
n_{eff} ; tekrarlanan deney sayısı
r ; doğrulama deneylerinin sayısı
N ; toplam deney sayısı
T_{doff} ; serbestlik derecesinin toplam ana faktörleri

Eş.6'da yer alan $F_{0,05;1;2}$ =4,2252 değeri F tablosundan, *Ve* değeri 58,9 ise Tablo 5'ten faydalanarak alınmıştır. *N* değeri 27 ve T_{dof} değeri ise 6 olarak bulunmuştur. Eş. 6 ve Eş. 7'de yer alan değerler yerlerine konulduğunda, *CI* güven aralığı değeri ±17,70 olarak hesaplanmıştır. %95 güven aralığında tahmini kesme sıcaklığı değeri Eş. 8'den faydalanarak hesaplanabilir.

$$[Tc_{opt} - CI] < Tc < [Tc_{opt} + CI] \quad (8)$$

Eş. 8'deki değerler yerlerine konulduğunda;

[167,996 - 17,70] < 166 < [167,996 + 17,70]
= 150,296 ˚C < **166 ˚C** < 185,969 ˚C şeklinde hesaplanmaktadır.

Deney sonuçlarından elde edilen kesme sıcaklığı değeri, güven aralığı içerisinde çıktığından optimizasyon işlemi başarılı olmuştur. Deney sonuçlarından elde edilen değerler ve tahmin edilen değerler Tablo 6'da verilmiştir. Güvenilir bir optimizasyon işlemi için hata oranlarının %20'den daha az olması beklenir (Meral vd., 2011).

Tablo 6. Kesme sıcaklığının deneysel sonuçları ve tahmin değerleri

Seviyeler	**Kesme Sıcaklığı Sonuçları**		
	Deneysel	**Tahmini**	**Hata**
$A_3B_1C_1$ (optimum)	166 ˚C	167,996 ˚C	%1,20
$A_2B_1C_2$ (rasgele)	188 ˚C	191,779 ˚C	%2,01

Tablo 6 incelendiğinde optimum kesme sıcaklığı koşulu ile tahmin edilen kesme sıcaklığı değeri arasındaki hata seviyesinin %1,20 olduğu görülmektedir. Ayrıca, rasgele seçilen kesme sıcaklığı değeri için deneysel sonuç ile tahmin edilen sonuç ise %2,01 mertebelerinde kaldığı anlaşılmaktadır. Deneysel sonuçlarla, tahmin edilen sonuçlar arasındaki hatanın nispeten düşük seviyelerde olması optimizasyon işleminin başarılı olduğunu göstermektedir.

5. GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada Dubleks paslanmaz çeliğinin farklı soğutma yağlama koşulları altında tornalanmasında, işleme parametrelerine bağlı olarak maksimum kesme sıcaklığı değerleri incelenmiştir. En uygun işleme parametresinin belirlenmesi adına, Taguchi yöntemiyle optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve başarılı olduğu görülmüştür. Yapılan deneyler ve analizlerden elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- Dubleks paslanmaz çeliğin tornalanmasında soğutma yağlama koşullarının kesme sıcaklığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. En yüksek kesme sıcaklığı değerleri MMY kesme koşulunda elde edilirken en düşük kesme sıcaklığı değerleri Kriyo+MMY kesme koşulunda elde edilmiştir.
- En düşük kesme sıcaklığı değeri Kriyo+MMY soğutma yağlama koşulu altında, 80 m/dak kesme hızı ve 0,16 mm/dev ilerleme hızında elde edilmiştir.
- Anova istatiksel analiz sonuçlarına göre, kesme sıcaklığı üzerine en etkili parametrenin %91,30 etkiyle soğutma yağlama yönteminin olduğu, bunu %7,02 etkiyle kesme hızının ve %0,34 etkiyle ilerleme hızının takip ettiği görülmüştür. Oluşan toplam hatanın ise %1,34 mertebelerinde kaldığı tespit edilmiştir.
- Geliştirilen kuadratik regresyon denkleminde elde edilen verilerin deneysel çalışmayla elde edilen verilerle %98,75 oranında yakınlık gösterdiği tespit edilmiştir.
- Doğrulama deney sonuçları değerlendirildiğinde yapılan optimizasyon işlemi başarılı olduğu görülmüştür.

Bu çalışmayla, Dubleks paslanmaz çeliğinin tornalanmasında farklı soğutma yağlama yöntemlerinin ve kesme parametrelerinin kesme sıcaklığı üzerine etkileri irdelenmiştir. Çalışma sonucunda özellikle Kriyo+MMY soğutma yağlama koşulu altında yapılan deneylerde, kesme sıcaklığı değerlerinde ciddi düşüşlerin olduğu görülmüştür.

6. KAYNAKLAR

Ekici, E., Uzun, G., ve Kıvak, T. (2014). Evaluation of the effects of cutting parameters on the surface roughness during the turning of hadfield steel with response surface methodology. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, *19*(2), 19–28.

Fratila, D., ve Caizar, C. (2012). Investigation of the Influence of Process Parameters and Cooling Method on the Surface Quality of AISI-1045 during Turning. *Materials and Manufacturing Processes*, *27*(10), 1123–1128.

Kaynak, Y. (2014). Evaluation of machining performance in cryogenic machining of Inconel 718 and comparison with dry and MQL machining. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *72*(5–8), 919–933.

Meral, G., Sarıkaya, M., ve Dilipak, H. (2011). Delik delme uygulamalarında delik kalitesinin Taguchi yöntemi ile optimizasyonu. *Engineer & the Machinery Magazine*, *52*(619), 42–49.

Park, K.-H., Yang, G.-D., Suhaimi, M. A., Lee, D. Y., Kim, T.-G., ve Lee, S.-W. (2015). The effect of cryogenic cooling and minimum quantity lubrication on end milling of titanium alloy Ti-6Al-4V. *Journal of Mechanical Science and Technology*, *29*(12), 5121–5126.

Sarikaya, M., ve Güllü, A. (2014). Taguchi design and response surface methodology based analysis of machining parameters in CNC turning under MQL. *Journal of Cleaner Production*.

Şirin, E., Şirin, Ş., Turgut, Y., ve Korkut, İ. (2015). AISI D2 soğuk iş takım çeliğinin frezelenmesinde yüzey pürüzlülüğünün Taguchi metodu ile optimizasyonu. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *3*(1), 132–144.

Şirin, Ş., ve Kıvak, T. (2019). Performances of different eco-friendly nanofluid lubricants in the milling of Inconel X-750 superalloy. *Tribology International*. https://doi.org/10.1016/j.triboint.2019.04.042

Yıldırım, Ç. V. (2016). Süper alaşımların talaşlı imalat yöntemiyle işlenmesinde minimum miktarda yağlama uygulamaları. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, *5*(3), 87–105.

Yıldırım, Ç. V. (2017). *Waspaloy Süper alaşımının farklı soğutma teknikleri kullanarak frezeleme yöntemi ile işlenebilirliğinin incelenmesi*. Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

Yıldırım, Ç. V., Şirin, Ş., ve Kıvak, T. (2019). Waspaloy süper alaşımının frezelenmesinde nanopartikül katkılı yağlamanın takım aşınması üzerindeki etkisinin araştırılması. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *7*(1), 466–476.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

RULMAN DIŞ BİLEZİKLERİNİN YUVARLANMA YOLU SON TAŞLAMA OPERASYONLARINDA CBN TAŞ KULLANILMASININ DAİRESELLİK VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜK DEĞERLERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Investigation of the Effects of Using CBN Stone to Roundness and Surface Roughness in Final Grinding Operations of Bearing Outer Rings Raceway

Araştırma Makalesi / Research Article

Onur Dağdemir* & Mahmut İzciler
Fen Bilimleri Enstitüsü, İmalat Mühendisliği, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Öz: Rulman üretimindeki son talaş kaldırma operasyonu; bileziklerin yuvarlanma yolunun taşlanması işlemidir. Yuvarlanma yolu taşlama işlemi için genellikle Al_2O_3 taşlar tercih edilmektedir. Bu makalede; Kübik Bor Nitrür aşındırıcıya sahip reçine bağlayıcılı taş kullanılarak yapılan taşlama işleminde, bileziklerin yuvarlanma yolunun dairesellik ve Ra çıktıları için mil devri, ayna devri ve son ilerleme girdi parametrelerinin etkileri araştırılmış ve optimizasyon işlemleri yapılmıştır. Yanıt yüzey metodolojisi altında bulunan merkezi kompozit sistemi kullanılarak deney tasarımı oluşturulmuştur. Deney sonuçları için, yanıt yüzey metodolojisine bağlı olarak varyans analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçların optimizasyon işlemi yapılmış ve CBN taş kullanılarak yapılan dış bilezik yuvarlanma yolu taşlama işlemi için en uygun parametreler tespit edilmiştir. Ayrıca CBN taş kullanımının Al_2O_3 taş kullanımına kıyasla sağladığı avantajlar belirlenerek sonuçları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rulman, Yuvarlanmayolu, Taşlama, 100Cr6, CBN

Abstract: The last material removal process in the bearing manufacturing is raceway grinding of the ring. In general, Al_2O_3 stones are chosen for raceway grinding. Roundness and Ra values in the raceway grinding carried out by using cubic boron nitride adhesives with resin bonding agents, are studied in different spindle cycles, chuck cycles and the finish feed throughout this article and optimal roundness and Ra values are examined. Experiments are designed by using the central composite system which is the sub-branch of response surface methodology. Variance analysis is made for the experiment results by taking base from response surface methodology. After the analysis, optimal parameter combination in raceway grinding by using CBN abrasive, is determined by evaluating test results. Also, advantages of using CBN abrasive by comparing to Al2O3 abrasive are examined.

Keywords : Bearing, Raceway, Grinding, 100Cr6, CBN

1. GİRİŞ

Rulmanlarda, yüzey pürüzlülüğünün ve ölçüsel toleransların hassas olduğu bölgeler için taşlama işlemi tercih edilmektedir. Taşlama işleminin lineer olmaması ve girdi parametrelerinin karmaşık bir ilişki ile birbirine bağlı olması nedeniyle optimizasyonu oldukça zor bir problemdir. Bu problemin çözümü beraberinde endüstriyel rekabet gücünün artışını da getirmektedir.

İmalat endüstrisinde, girdi parametrelerine bağlı olarak çıktıların modellenmesi, yorumlanması ve optimizasyon işlemleri yıllar boyunca üzerine çalışmalar yapılmış ve halen çalışmaların devam etmekte olduğu bir konudur. Yapılan çalışmalardan birinde, deneylerde elde edilen yüzey pürüzlülüğü, talaş yapıları, sürtünme katsayıları ve kesme kuvvetleri çıktı parametresi alınarak bir model oluşturulmuş ve ANOVA ile doğrulanmıştır. Devamında yüzey pürüzlülüğünün en düşük olduğu parametreler genetik algoritma aracılığı ile elde edilmiştir (Rabiei, Rahimi, Hadad, & Ashrafijou, 2015).

Bu çalışmada, rulman dış bileziklerinin yuvarlanma yolu son taşlama operasyonlarında CBN taş kullanımının avantajları araştırılmıştır. CBN Taş kullanımında, bileziklerin yuvarlanma yolu dairesellik ve yüzey pürüzlülük değerlerini optimum seviyede sunacak girdi parametreleri amaçlanmıştır. Tezgahın mil devri, ayna devri ve ilerleme hızı, incelenen girdi parametreleridir.

2. TAŞLAMA

2.1. Taşlama Taşı

Rulman üreticileri, 100Cr6 malzemelerin taşlama operasyonu için genellikle Al_2O_3 taşlar kullanmaktadır. Al_2O_3 Taşlar hem fiyat olarak uygundur hem de taşlama sonrası istenilen ölçü ve yüzey toleranslarını karşılamaktadır.

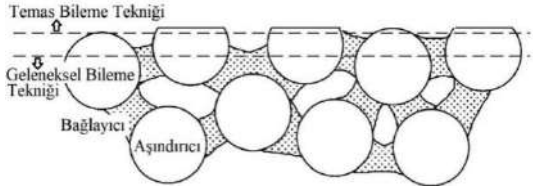
Taşlama işlemi sırasında taşın ilerleme hızına bağlı olarak aşındırıcı tanecikler üzerine gelen yükler de paralel olarak artış göstermektedir. Uygulanan yük arttıkça, aşındırıcı parçacıklar küçük parçalar halinde ezilir ve çoğu keskinliğini kaybeder (Izciler & Muratoglu, 2003). Kübik bor nitrür (CBN) taneleri, alüminyum oksit (Al_2O_3) ve silisyum karbür (SiC) tanelerinden çok daha serttir. CBN taşlar geleneksel taşlara kıyasla daha yüksek aşınma direncine sahip olması sebebiyle CBN taşların daha iyi boyut toleransları ve daha uzun bileme ömrü olduğu söylenebilir (Chen, Rowe, & Cai, 2002). CBN Taşlar, Al_2O_3 ve SiC taşlara oranla daha yüksek termal iletkenliğe sahiptir. Taşlama işlemi sırasında oluşan termal yükler taşın ömrünü ve derin malzeme kaldırma limitini belirlemektedir (Kopac & Krajnik, 2006). CBN Taşlar ile termal hasar ve artık gerilme oluşturmadan daha yüksek talaş kaldırma oranlarına ulaşılabilmektedir. CBN Taşların

taneciklerinin boyutu Al_2O_3 ve SiC taneciklerine oranla daha küçük olması sayesinde daha düşük yüzey pürüzlülükleri elde edilebilmektedir (Chen et al., 2002). CBN Taşların camsı bağlarının mekanik mukavemetinin, aynı tanecik boyutundaki geleneksel taşlara oranla daha yüksek olması sayesinde tanecikler ana yapıdan kolayca kopmamakta ve aşınma direnci yüksek olmaktadır (Chen et al., 2002). Düşük aşınma direnci ve uzun bileme ömrü CBN taşların en önemli avantajlarından biri olarak görülmektedir.

2.2. Taşlama Taşı Bileme Tekniği

Taşlama taşlarının aşınması birçok faktöre bağlı ve doğrusal olmayan bir olgudur (D'Addona et al., 2017). Keskin taneciklerden oluşan etkin kesici kenarda zamanla meydana gelen aşınma ve tanecik dökülmesi sonucu taş yüzeyi düzleşme eğilimi göstermektedir (Nguyen, Yin, Tang, & Son, 2019). Bu durum yüzey pürüzlülüğünü azaltırken kesme işlemindeki kuvvetleri arttırır. Taşın körlenmesi sonucunda işlem süresi uzar ve sürtünen yüzey alanındaki artıştan kaynaklı sıcaklık yükselir. Taşın bilenme zamanı geldiğinde ise kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğü aniden artarken kesme hızı eşiği ise çok hızlı bir düşüş gösterir.

Standart bileme derinliklerinde (~30µm) CBN taneciklerini bağlayıcıdan ayırmak için gereken kuvvet, kesmek için gereken kuvvetten daha düşük olması sebebiyle tanecikler ana yapıdan koparılır ve yüzeyde sadece bağlayıcı malzeme kalır. Temas bileme tekniği ile CBN taşlar, minimum derinlikte (genellikle 5µm' den az) bilenerek yüzeyi temizlenir, aşındırıcı tanecikleri çıkarmadan keskinlik kazandırılır. Bu sayede bilemeden sonraki ilk taşlama işleminde daha düşük bir taşlama kuvveti beklenmektedir. Ayrıca temas bileme tekniği için taşlama kuvvetlerindeki değişim geleneksel tekniklere kıyasla daha düşük olacağından daha kararlı bir taşlama performansı elde edilebilmektedir. Geleneksel bileme koşullarına sahip yüzey pürüzlülüğü bir bileme döngüsü sırasında iki katına çıkarken, temas bileme tekniğine sahip yüzey pürüzlülüğü benzer seviyelerde kalmaktadır (Chen et al., 2002).



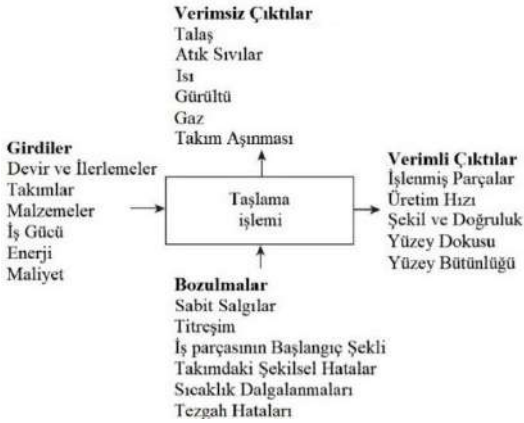
Şekil 1. CBN Taş için geleneksel ve temas bileme tekniği (Chen et al., 2002)

Temas bileme tekniği ile bileme derinliğindeki azalma sayesinde taş ömrü artış göstermektedir. Geleneksel bileme koşulları ile

kıyaslandığında temas bileme tekniği taş ömrünü en az üç kat artırmaktadır.

2.3. Taşlama Sistemi Elemanları

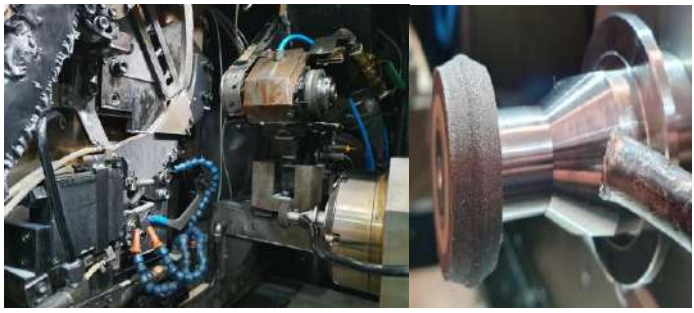
W. Brian Rowe taşlama işlemi için sistem elemanlarının şematik gösterimini aşağıdaki gibi belirtmiştir (Rowe, 2013).



Şekil 2. Taşlama işlemi sistem elemanları (Rowe, 2013)

2.4. Rulman Bileziklerinin Taşlanması

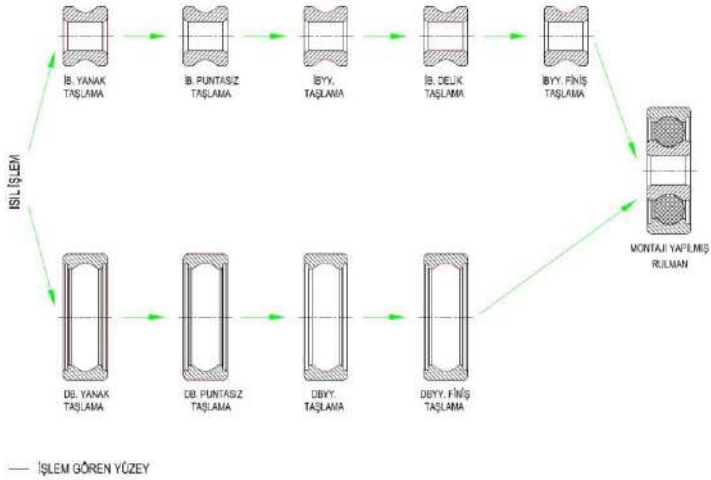
Rulman dış bileziklerinin ısıl işlem ile sertleştirilmesi sonrası taşlama operasyonlarında sırasıyla yanak, puntasız ve yuvarlanma yolu bölgeleri ayrı birimlerde taşlanmaktadır. Yuvarlanma yolu taşlama operasyonu, taşlanan bölgenin formundan dolayı dalma tipi taşlama metodu ile taşlanmaktadır.



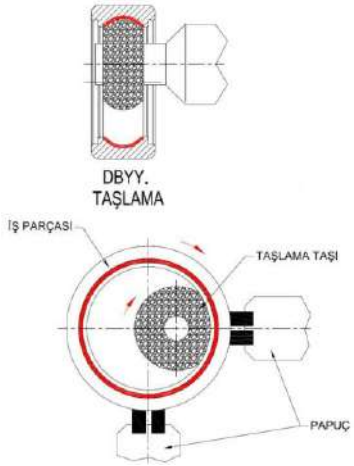
Şekil 3. Deneylerde kullanılan CBN taşlama tezgahı ve CBN taş formu

Taşlama esnasında oluşan taş baskısı altında parçanın sabit kalması için papuçlar kullanılmaktadır. Bu papuçlar dış bileziği dış çapından (puntasız) referans alarak sabitlemektedir. İşlem sırasında iş parçasına

dönüş hareketini veren manyetik ayna (pleyt) ile yanak teması olduğundan diğer referans da dış bilezik yanak yüzeyidir. Puntasız ve yanak yüzeylerindeki yüzeysel hatalar yuvarlanma yolu taşlama işlemini doğrudan etkileyecektir. Bu sebeple bilezikler, yuvarlanma yolu taşlama operasyonundan önce puntasız ve yanak taşlama operasyonlarından geçmesi gerekmektedir.



Şekil 4. Rulman bileziklerinin ısıl işlem sonrası taşlama operasyonları



Şekil 5. Rulman dış bileziği yuvarlanma yolu taşlama operasyonu

Dış bilezik yuvarlanma yolu taşlama operasyonlarında bilezik boyutlarına bağlı olarak 300-500 µm talaş kaldırılmaktadır. Taş, mil' e bağlanır. Mil devri, taş için ortalama 45-60 m/s çevresel hıza sahip olacak şekilde ayarlanır.

2.5. Talaş Kaldırma İşlemi

Taşlama işleminde talaş kaldırma işlemi; sürtünme, sürünme ve kesme olmak üzere üç aşamada gerçekleşmektedir. Sürtünmeden sürünmeye ve ardından sürünmeden kesmeye geçiş, taneciklerin yüzeye nüfuz etme derinliğinin artmasına bağlıdır (Rowe, 2013).

Taşlama işleminde aşınma önemli bir etkendir, bu yüzden öncelikle aşınma mekanizmasının incelenmesinde fayda vardır. Aşındırıcı malzemenin sertliği, boyutu ve pürüzlülüğü, temas açısı ve malzemenin kırılma tokluğu aşınma mekanizmalarında önemli faktörler arasındadır (Tabur, Izciler, Gul, & Karacan, 2009).

3. MALZEME VE METOT

Bu çalışmada; rulman dış bileziklerinin yuvarlanma yolunun taşlama işlemi incelenmiştir. CBN taşlar kullanılarak, minimum yüzey pürüzlülüğü ve minimum dairesellik değeri için girdi parametrelerinin optimum değerlerinin yakalanması hedeflenmiştir. CBN Taşların doğru kullanımı ile sağlanacak avantajlar da araştırılmış ve incelenmiştir.

3.1. Deney Numunesi

Deney numunesi olarak DIN 100Cr6 – ASTM/SAE 52100 malzeme kullanılmıştır. Üretici firma tarafından kimyasal bileşimi aşağıdaki gibi verilmiştir.

Tablo 1. Deney numunesi malzemesinin kimyasal bileşimi

Kimyasal Kompozisyon	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
En Düşük	0,95%	0,20%	0,20%	0%	0%	1,35%	0%	0%
En Yüksek	1%	0,35%	0,40%	0,025%	0,015%	1,60%	0,25%	0,08%

Tablo 2. Deney numunesinin ısıl işlem ile sertleştirildikten sonraki fiziksel özellikleri

Fiziksel Özellikler	Sertlik	Young Modülü	Kayma Modülü	Poission Oranı	Öz Kütle
	61 HRC	210 GPa	80 GPa	0,3	7800 kg/m3

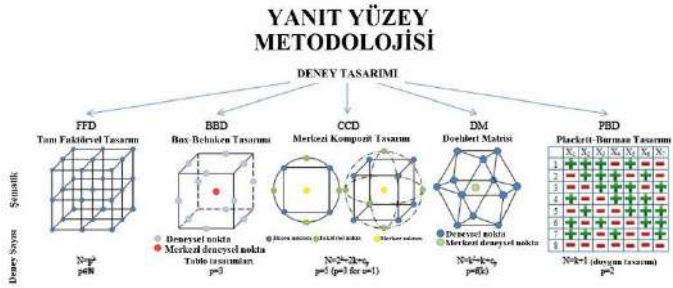
Çalışmada, tek sıralı sabit bilyeli 160105 rulman tipine ait dış bileziğinin taşlama operasyonu incelenecektir. Her bir deney numunesinin seçimi için yanak yüzeylerinin düzlemsellik değeri, puntasız çapı ve yuvarlanma yolu talaş miktarı kontrol edilerek deney sonuçlarında oluşabilecek gürültüye karşın değişkenlik en aza indirgenmiştir. 20 Farklı parametre değerinde yapılan deney tasarımı için 60 adet numune kullanılmıştır.

3.2. Taşların Bilenmesi

Deneylerde taş bileme işlemi için temas bileme tekniği kullanılmıştır. Temas bileme tekniği ile kesme kuvvetlerinin ve deney numunelerinin işlenmiş yüzey Ra değerlerinin değişkenliği en düşük seviyede tutulmaktadır.

3.3. Yanıt Yüzey Metodolojisi

Bu çalışmada CBN taşlar kullanılarak yapılan taşlama operasyonunun optimizasyonu amacıyla minitab programından faydalanılmıştır. Deney tasarımı için Minitab programında bulunan yanıt yüzey metodolojisi kullanılmıştır.



Şekil 6. Yanıt yüzey metodolojisi (Witek-Krowiak, Chojnacka, Podstawczyk, Dawiec, & Pokomeda, 2014)

Girdi parametrelerinin birbirleri ile olan etkileşimini ve çıktılara olan etkisini incelemek amacıyla deney tasarımı oluşturulmuştur. Oluşturulan deney tasarımı için yanıt yüzey metodolojisinin altında bulunan merkezi kompozit tasarım seçilmiştir. Merkezi kompozit tasarım, yapısı itibariyle diğer tasarımlara kıyasla daha az deney ile daha hassas sonuçlar üretmektedir.

3.4. Merkezi Kompozit Deney Tasarımı

Minitab 18 programı üzerinden 3 faktörlü merkezi kompozit deney tasarımı metodu seçimi yapılmıştır.

Tablo 3. Deney tasarımı için girdi değerlerinin maksimum ve minimum noktaları

Girdi Değerleri ->	Mil Devri (dev./dk)	Ayna Devri (dev./dk)	İlerleme (µm/sn)
Maksimum	40.000	1.000	50
Minimum	35.000	900	10

Deney tasarımının oluşturulması aşamasında girdi parametrelerinin en yüksek ve en düşük değerleri programa tanıtılmıştır. Seviye olarak ise

eksenel noktalar belirlenmiştir. Eksenel noktalar ile belirlenen limitler içerisinde deney tasarımı oluşturulmaktadır.

Tablo 4. Merkezi kompozit deney tasarımı ve çıktı değerleri

Deney No.	Mil Devri (dev./dk)	Ayna Devri (dev./dk)	İlerleme (µm/sn)	Dairesellik (µm)	Ra (µm)
1	39031	981	42	1,223	0,2779
2	39031	919	18	1,153	0,1941
3	35969	981	42	1,143	0,3155
4	37500	950	30	1,097	0,2476
5	37500	950	30	1,100	0,2429
6	35969	919	18	0,993	0,2505
7	37500	950	30	1,093	0,2414
8	39031	919	42	1,257	0,2680
9	37500	950	30	1,103	0,2477
10	35969	919	42	1,163	0,3148
11	35969	981	18	0,947	0,2589
12	39031	981	18	1,077	0,2066
13	37500	950	10	1,057	0,1918
14	35000	950	30	0,957	0,3099
15	40000	950	30	1,207	0,2133
16	37500	950	30	1,107	0,2512
17	37500	900	30	1,153	0,2312
18	37500	950	50	1,150	0,2651
19	37500	1000	30	1,000	0,2370
20	37500	950	30	1,103	0,2540

Tablo 3' de yer alan mil devri, ayna devri ve ilerleme parametreleri, Minitab programı tarafından merkezi kompozit deney tasarımına uygun olarak oluşturulmuştur. Her bir deney için 3' er adet numune, tabloda bulunan parametreler ile taşlanmasının ardından dairesellik ve Ra değerleri ölçme odası tarafından ölçülmüştür ve ortalamaları alınıp tabloya eklenmiştir. Ölçüm laboratuvarının kendi içerisindeki ölçüm farklılıklarının eliminasyonu amacıyla her deney 3' er kez tekrarlanmıştır.

3.5. Varyans Analizi ve Regresyon Denklemi

Minitab programında bulunan yanıt yüzey metodolojisi altındaki analiz uygulaması ile ANOVA yapılmıştır. ANOVA %95 güven aralığında seçilmiştir. Yani 0.05' in altındaki P değerlerinin çıktı değerleri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Çıkış değerleri üzerinde etkisi düşük olan girdi parametreleri için "Backward elimination" metodu ile eleme yapılmıştır.

P değeri en düşük olan parametre, çıktı üzerinde etkisi en yüksek olan parametredir. P değerleri birbirine eşit olan parametrelerde F değerleri kıyaslanır ve F değeri yükseldikçe girdi parametresinin çıktı üzerine olan etkisi de artmaktadır. Tablo 5 ve 6' da dairesellik ve Ra çıktıları için ayrı ayrı ANOVA oluşturulmuştur.

Tablo 5. Dairesellik girdisi için ANOVA çizelgesi

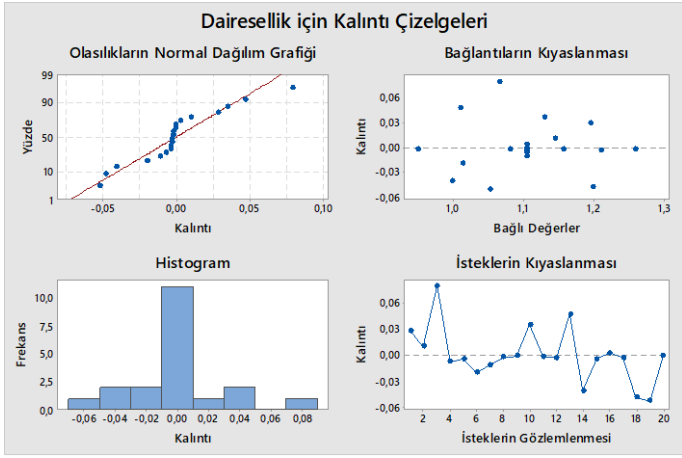
Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Model	3	0,11501	0,038338	34,41	0
Lineer	3	0,11501	0,038338	34,41	0
Mil Devri	1	0,05697	0,056974	51,13	0
Ayna Devri	1	0,01368	0,013678	12,28	0,003
İlerleme	1	0,04436	0,044361	39,81	0
Hata	16	0,01783	0,001114		
Toplam	19	0,13284			

Dairesellik için ortaya çıkan ANOVA çizelgesini incelediğimizde girdi parametrelerinin tamamının etkili olduğunu fakat girdi değerlerinin karelerinin dairesellik için etkili olmadığını görmekteyiz.

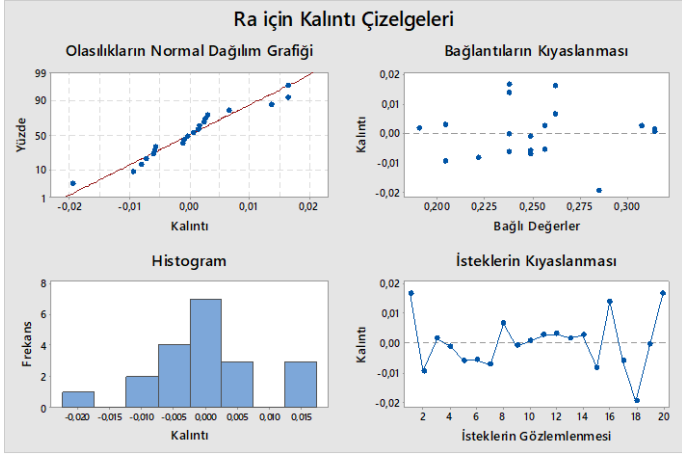
Tablo 6. Ra girdisi için ANOVA çizelgesi

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Model	4	0,02238	0,005596	55,8	0
Blok	1	0,00061	0,000614	6,12	0,026
Lineer	2	0,02039	0,010197	101,68	0
Mil Devri	1	0,00923	0,00923	92,04	0
İlerleme	1	0,01116	0,011164	111,33	0
Mil Devri*Mil Devri	1	0,00138	0,001376	13,73	0,002
Hata	15	0,0015	0,0001		
Toplam	19	0,02389			

Ra için ortaya çıkan ANOVA çizelgesini incelediğimizde ise mil devri ve ilerleme parametreleri çıktı üzerinde etkin, ayna devri parametresinin çıktı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir. Ayrıca dairesellik ANOVA çizelgesinden farklı olarak mil devri parametresinin karesinin de çıktı üzerinde etkin olduğunu görmekteyiz.



Şekil 7. Dairesellik girdisi için kalıntı çizelgeleri



Şekil 8. Ra girdisi için kalıntı çizelgeleri

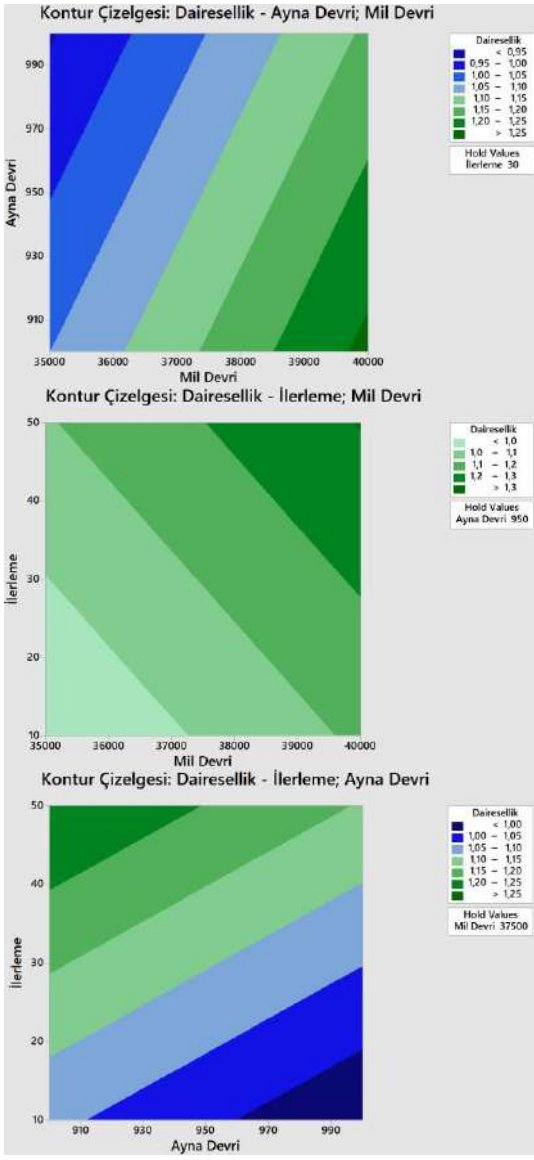
Dairesellik ve Ra çıktıları için yapılan ANOVA' a ait kalıntı çizelgeleri Şekil 7 ve 8' de gösterilmiştir. Ayrıca dairesellik ve Ra için %95 güven aralığında yapılan ANOVA için regresyon denklemleri Denklem 1 ve 2' de verilmiştir.

Dairesellik = 0,355 + 0,000043 Mil Devri – 0,001046 Ayna Devri + 0,004710 İlerleme Hızı (1)

Ra = 6,91 - 0,000342 Spindle Devri + 0,002363 İlerleme Hızı + 0,000000 Mil Devri* Mil devri (2)

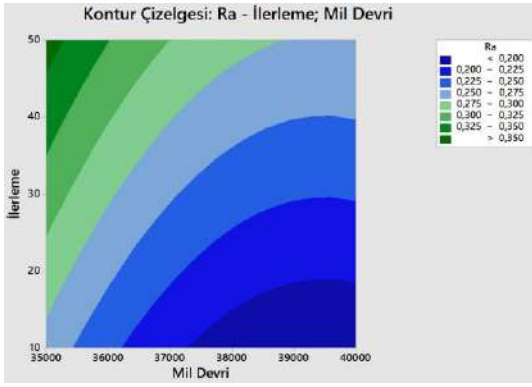
3.6. Kontur Çizelgeleri

ANOVA ile elde edilen yukarıdaki çizelgeler, girdilerin çıktılar üzerindeki etkilerini sayısal olarak ifade etmektedir. Bu etkileşimlerin daha iyi anlaşılabilmesi ve yorumlanabilmesi amacıyla kontur çizelgeleri oluşturulmuştur.



Şekil 9. Dairesellik kontur çizelgeleri

Dairesellik çıktısı için girdi parametrelerinin etkileri kontur çizelgeleri üzerinden görülebilmektedir. Ayna devrinin artışı dairesellik değerini düşürürken mil devrinin artışı dairesellik değerini arttırmaktadır. İlerleme değerindeki artış ile de dairesellik artış göstermektedir. Dairesellik değerinin düşük olması istenmektedir. Bu sebeple mil devrinin ve ilerlemenin düşük, ayna devrinin yüksek olması dairesellik açısından en iyi sonucu verecektir.



Şekil 10. Ra kontur çizelgesi

Ayna devrinin Ra üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaması nedeniyle ANOVA' da elenmişti. Ayna devri çıkarıldığı için tek bir kontur çizelgesi ile Ra çıktısı üzerindeki girdi parametrelerinin etkisi Şekil 10' daki gibi görülebilmektedir. Ra çıktısı için çizilen kontur çizelgesi eğimli bir yapıya sahiptir. Bu eğimin sebebi ise mil devri parametresinin karesinin Ra çıktısı ile etkileşim halinde olmasıdır.

3.7. Çıktıların Optimizasyonu

Rulman dış bileziği yuvarlanma yolu taşlama operasyonunun dairesellik ve Ra çıktıları için ayrı ayrı ANOVA yapılmıştır. ANOVA her bir çıktı için ayrı yorumlanmaktadır. Aynı anda hem dairesellik hem de Ra çıktısının istenen seviyelerde olabilmesi için optimizasyon işlemi gerekmektedir. Minitab içerisinde bulunan "Response Optimizer" ile Tablo 7' de görüldüğü üzere çıktıların optimizasyonu işlemi için amaçlar ve hedefler programa tanıtılır.

Tablo 7. Çıktıların optimizasyonu tasarımı

Çıktı	Amaç	En Düşük	Hedef	En Yüksek	Ağırlık	Önem
Ra	Minimum		0,191778	0,25	1	1
Dairesellik	Minimum		0,946667	1,1	1	1

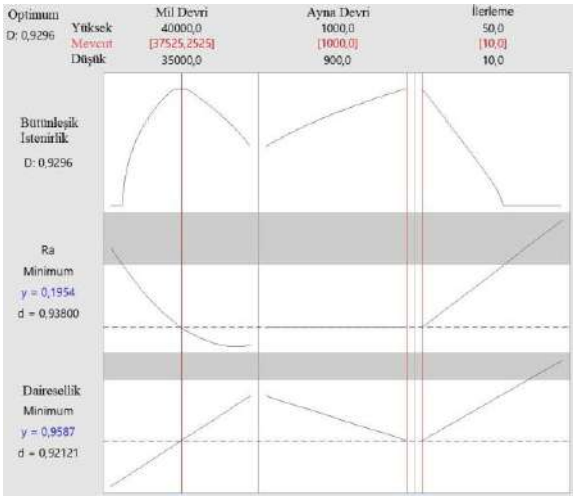
Ra ve dairesellik çıktılarının en düşük seviyede tutulması amaçlanmaktadır. Hedef değerleri, mevcut veriler içerisindeki en düşük değeri temsil etmektedir.

Belirlenen değerler sonucunda Minitab programının sunduğu optimizasyon çözümü Tablo 8' de verilmiştir. Bütünleşik istenirlik değeri 1' e yaklaştıkça, optimizasyon işleminden beklentimizin o kadar iyi karşılandığı anlamına gelmektedir.

Tablo 8. Çıktıların optimizasyonu çözümü

Çözüm	Mil Devri	Ayna Devri	İlerleme	Ra Çıktısı	Dairesellik Çıktısı	Bütünleşik İstenirlik
1	37525,3	1000	10	0,195388	0,958748	0,929565

Çıktılar için maksimum, minimum ve hedef değerlerinin dışındaki optimizasyon seçenekleri Şekil 11' de verilmiştir. Grafiklerde de görüldüğü üzere ayna devrinin Ra üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır ve daireselliği düşürdüğü için maksimum seçilmiştir. İlerleme ise hem Ra hem dairesellik değerlerinin artışına sebep olması nedeniyle en düşük seviyede tutulmuştur. Mil devri, çıktılar için zıt etkiler göstermesi nedeniyle bütünleşik istenirlik grafiğinde eğriselliğe sebep olmaktadır.



Şekil 11. Ra ve dairesellik girdileri için optimizasyon grafiği

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, kübik bor nitrür (CBN) ve Al_2O_3 taşlar kullanılarak rulman dış bileziklerinin (DIN 100Cr6 – ASTM/SAE 52100) yuvarlanma yolunun taşlama işlemi yapılmıştır. Deneysel çalışmalar, ölçümler ve optimizasyon işlemleri sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

- Al_2O_3 Taşlar ile 6 parça işlenmesinin ardından taşın bilenmesi gerekmektedir. Bulgular sonucunda; aynı işlem için bileme aralığının CBN taşlarda 100 parça olduğu görülmüştür. Al_2O_3 Taş kullanımı ile 100 parçalık bir döngüde fazladan 16 defa taş bilenmektedir. Sonuç olarak 16 kere fazladan zaman kaybı anlamına gelmektedir.

- Al_2O_3 Taşlar, yuvarlanma yolu taşlama operasyonu için ortalama 500 parça işleyebilecek bir ömre sahiptir. Yapılan denemeler sonucunda; CBN taşlar ile 100.000 parça işlenebildiği görülmüştür. 100.000 Parçalık bir taşlama işlemi için 200 adet Al_2O_3 taş kullanılması gerekmektedir. Yaptığımız deneysel çalışmalarda her bir taş değişimi için harcanan süre ele alındığında CBN taşların kullanımının önemli bir avantaj sağladığı belirlenmiştir.

Rulman imalatında, montaj aşamasının hemen öncesinde bileziklerin yuvarlanma yolları için honlama (superfinish) işlemi uygulanmaktadır. Bu işleme girmeden önce yani sert taşlama sonrasında bileziklerin yuvarlanma yolu dairesellik ve Ra değerlerinin düşük olması önem arz etmektedir. Bu çalışmada, CBN taşlar ile rulman dış bileziklerinin yuvarlanma yolunun taşlama operasyonu için mil devri, ayna devri ve ilerleme parametreleri girdi, dairesellik ve Ra değerleri de çıktı olarak kabul edilmiştir. Yanıt yüzey metodolojisine bağlı merkezi kompozit deney tasarımı ile deneyler yapılmıştır. 20 farklı girdi parametresi için 60 numune kullanılmıştır. Sonuçlar minitab programında analiz edilmiştir. Yapılan varyans analizleri sonucunda;

- Yuvarlanma yolu dairesellik çıktısı üzerinde girdilerin etkinliği sırasıyla; mil devri, ilerleme ve ayna devri olduğu saptanmıştır. Mil devri ve ilerleme parametreleri arttıkça dairesellik değeri artış göstermektedir. Ayna devri arttıkça da dairesellik değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu bilgiler ışığında dairesellik değerinin düşürülebilmesi için mil devrinin 35.000 devir/dakika ve ilerlemenin 10 µm/s olan alt limitlerde seçilirken pleyt devrinin 1.000 devir/dakika olan üst limitte seçilmesi uygun olacaktır.

- Bulgular incelendiğinde; yuvarlanma yolunun Ra çıktısı üzerinde ayna devrinin bir etkisinin bulunmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca ilerleme parametresi etkisinin, mil devrine oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dairesellik çıktısından farklı olarak; mil devrinin karesinin Ra çıktısı üzerinde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Yuvarlanma yolu için istenen durum, Ra çıktısının düşük olmasıdır. İlerleme için alt limit olan 10 µm/s ve mil devri için üst limit olan 40.000 devir/dakika seçildiği durumda Ra çıktısı en düşük değerini alacaktır.

- Yuvarlanma yolunun Ra ve dairesellik çıktılarının her ikisinin de düşük olması istenmektedir. Minitab üzerinde yapılan optimizasyon işlemi sonucunda 0,93 istenirlik değerine ulaşılmıştır. 37.525 dev/dak mil devri, 900 dev/dak ayna devri ve 10 µm/s ilerleme hızı için 0,1954 µm Ra

ve 0,9212 µm dairesellik çıktıları optimizasyon işlemi sonucunda sunulan çözümdür.

KAYNAKLAR

Chen, X., Rowe, W., & Cai, R. (2002). Precision Grinding Using Cbn Wheels. *International Journal of Machine Tools and Manufacture, 42*(5), 585-593.

D'Addona, D. M., Matarazzo, D., Teti, R., De Aguiar, P. R., Bianchi, E. C., & Fornaro, A. (2017). Prediction of Dressing in Grinding Operation via Neural Networks. *Procedia CIRP, 62*, 305-310.

Izciler, M., & Muratoglu, M. (2003). Wear Behaviour of SiC Reinforced 2124 Al Alloy Composite in Rwat System. *Journal of Materials Processing Technology, 132*(1-3), 67-72.

Kopac, J., & Krajnik, P. (2006). High Performance Grinding a Review. *Journal of Materials Processing Technology, 175*(1-3), 278-284.

Nguyen, D., Yin, S., Tang, Q., & Son, P. X. (2019). Online Monitoring of Surface Roughness and Grinding Wheel Wear When Grinding Ti-6al-4v Titanium Alloy Using Anfis-Gpr Hybrid Algorithm and Taguchi Analysis. *Precision Engineering, 55*, 275-292.

Rabiei, F., Rahimi, A., Hadad, M., & Ashrafijou, M. (2015). Performance Improvement of Minimum Quantity Lubrication (MQL) Technique in Surface Grinding by Modeling and Optimization. *Journal of Cleaner Production, 86*, 447-460.

Rowe, W. B. (2013). *Principles of Modern Grinding Technology*: William Andrew.

Tabur, M., Izciler, M., Gul, F., & Karacan, I. (2009). Abrasive Wear Behavior of Boronized AISI 8620 Steel. *Wear, 266*(11-12), 1106-1112.

Witek-Krowiak, A., Chojnacka, K., Podstawczyk, D., Dawiec, A., & Pokomeda, K. (2014). Application of Response Surface Methodology and Artificial Neural Network Methods in Modelling and Optimization of Biosorption Process. *Bioresource technology, 160*, 150-160.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

METİL VE ETİL ALKOLLER İLE FARKLI KATALİZÖRLER KULLANILARAK ÜRETİLEN BİYODİZELLERİN YAKIT ÖZELLİKLERİ, MOTOR PERFORMANSLARI VE EGZOZ EMİSYONLARININ İNCELENMESİ

Investigation of Fuel Characteristics, Engine Performance, and Exhaust Emissions of Biodiesels Produced by Using Methyl and Ethyl Alcohols and Different Catalysts

Volkan Aslan[1] & Tanzer Eryılmaz[2]

1 (Doktora Öğrencisi); Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Yozgat-Türkiye,
volkan.aslan@bozok.edu.tr
2 (Doç Dr.); Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Yozgat-Türkiye,
tanzer.eryilmaz@bozok.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, siyah hardal (*Brassica nigra* L.) tohumundan elde edilen siyah hardal yağından farklı alkoller (metanol-C_1, etanol-C_2) ve farklı katalizörler (sodyum hidroksit, potasyum hidroksit) kullanılarak transesterifikasyon metodu ile biyodizel üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretim öncesi en uygun biyodizel verimini sağlamak için katalizör oranı, alkol miktarı, reaksiyon sıcaklığı ve reaksiyon süresi işlem parametrelerinin kullanıldığı polinomsal regresyon matematiksel modeli destekli optimizasyon çalışmaları yapılmıştır. Sonraki aşamada, elde edilen yakıtların fizikokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Daha sonra, bu yakıtlar bir dizel motorda test edilerek motor performans ve egzoz emisyon değerleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak, yakıtlar arasında en yüksek biyodizel verimi %0.4 KOH ve %20.39 metanol ağırlıklarında, 57.1°C reaksiyon sıcaklığı ve 54.1 dakika reaksiyon süresinde %97.335 olarak belirlenmiştir. Ölçülen yakıt özellikleri dikkate alındığında, genel olarak standartları sağladığı görülmüştür. Motor testlerinde ise yakıtlardan elde edilen en yüksek efektif motor tork ve efektif motor gücü ortalama değerleri petrodizele göre sırasıyla %8.25 ve %7.3 oranlarına kadar daha düşük, efektif özgül yakıt tüketimi ortalama değerleri ise %12.97 oranına kadar daha yüksek çıkmıştır. Biyodizel yakıtların ED'ye göre CO, HC ve SO_2 ortalama emisyon değerlerinin düşük olduğu tespit edilirken, EGS değerlerinin yüksek, CO_2 ve NO_x ortalama emisyon değerlerinin ise $NaOH_{EB}$ yakıtı dışında yüksek çıktığı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Siyah hardal yağı biyodizeli, optimizasyon, polinomsal regresyon, alkol, katalizör, motor performansı, egzoz emisyonları

Abstract: In this study, biodiesel was produced from black mustard oil which obtained from black mustard (*Brassica nigra* L.) seed using different alcohols

(methanol-C_1, ethanol-C_2) and different catalysts (sodium hydroxide, potassium hydroxide) by transesterification method. Prior to the production, polynomial regression mathematical model supported optimization studies were performed to ensure optimum biodiesel yield using process parameters such as catalyst ratio, alcohol content, reaction temperature and reaction time. In the next stage, the physicochemical properties of the attained fuels were determined. Then, the engine performance and exhaust emission values were detected testing these fuels in a diesel engine. As a result, the highest biodiesel yield was found to be as 97.335% under the weight of KOH of 0.4% and weight of methanol of 20.39%, reaction temperature of 57.1°C and reaction time of 54.1 min. When the measured fuel properties were taken into consideration, they were observed to meet the standards in general. In the engine tests, the highest mean effective engine torque and effective engine power were lower by in the order of 8.25% and 7.3% than those of petrodiesel, mean effective specific fuel consumption was higher up to the ratio of 12.97%. In comparison with the ED, EGT values of biodiesel fuels were appeared higher, while the mean emission values of CO, HC and SO_2 were observed lower, and the average emission values of CO_2 and NO_X were found to be high except for $NaOH_{EB}$.

Keywords: Black mustard oil, optimization, polynomial regression, alcohol, catalyst, engine performance, exhaust emissions

1. GİRİŞ

Enerji, devletlerin varoluşlarını ve ekonomik büyümelerini gerçekleştirebilmeleri, insanların yüksek yaşam standardına erişebilmeleri için önemli bir faktör haline gelmiştir. Enerji gereksinimi hızla gelişen teknoloji ve artan nüfusun bir sonucu olarak dünya genelinde sürekli bir artış göstermektedir. Fosil yakıtların çevreye verdiği zararlar ile rezervlerinin yakın gelecekte tükenecek olması sebebiyle alternatif enerji kaynakları arayışı ve bu kaynakların işletilmesi zaruri bir ihtiyaç haline gelmiştir (Tekin vd., 2013).

Önceki yüzyıllarda birçok enerji geçişlerinde olduğu gibi 21. yüzyılda fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş yaşanmaktadır. Yenilenebilir enerji; güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi vb. gibi doğal ortamlarda oluşan rejeneratif (yenileyici) veya neredeyse tükenmeyen enerji kaynaklarından elde edilen enerjidir. Ayrıca, yeniden yetiştirilebildikleri için bitkilerden meydana gelen biyokütlenin ve biyoyakıtların kullanımını da içermektedir (Usher, 2019; Chaudhry vd., 2009). Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde önemli bir paya sahip olan biyokütle enerjisi, hemen her yerde yetiştirilebilmesi, depolanabilme niteliğine sahip olması, sosyoekonomik gelişmelere yardımcı olması, çevre dostu olması vb. avantajlardan dolayı değerli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir (“YEGM”, 2019). Aynı zamanda, gelecek enerji

senaryolarında önemli bir rol üstlenmesi ve sürdürülebilir bir karbon taşıyıcısı kaynak olarak benzersiz konumu, biyokütleyi cazip bir enerji kaynağı yapmaktadır (Van der Stelt, 2007). Enerji bitkilerinden üretilen, dünya enerji pazarında her geçen gün önemli gelişmelerin kaydedildiği biyokütle kaynaklarından biri biyoyakıtlardır. (Üstün ve Genç, 2015). Biyoyakıtlar içerisinde ise en büyük teknik potansiyele sahip yakıt ise biyodizeldir.

Biyodizel, yağ bakımından zengin bir biyokütleden elde edilen yağın bir katalizör varlığında kısa zincirli bir alkolle reaksiyonu sonucu elde edilen bir yakıttır. Biyodizel çalışmalarında işlem görmemiş bitkisel yağ ve hayvansal yağlar en çok tercih edilmekle birlikte, atık (bitkisel/hayvansal) yağlar, algler, tuzcul (halofit) bitkilerden üretilen yağlar ve atık su arıtma çamurları kullanılarak biyodizel üretimi sağlanmaktadır (Dağdelen ve Yüksel, 2016; Jiaqiang vd., 2017). Biyodizelin çoğu soya fasulyesi, kolza tohumu, ayçiçeği ve hurma yağlarından üretilmektedir. Ele alınan yeni bitkisel yağlar arasında hardal tohumu, yerfıstığı ve pamuk tohumu bulunmaktadır. 2016 yılı FAOSTAT (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü) verilerine göre toplam yağlı tohum üretiminin (yaklaşık 4.5 milyon ton) %15.55'inin hardal üretimine ait olduğu tespit edilmiştir. Mevcut potansiyeli ile en büyük yağlı tohumlar arasında kendine yer bulan hardal, Brassica cinsine ait olup %24-40 arası yağ içeriği bulundurmaktadır. Hardal yağları bünyelerinde yüksek oranda erusik asit (C 22:1) ve glukosinolat toksik madde bulundururlar. Yağlar içerisinde, bu yağ asidinin yüksek oranda bulunması ve toksik madde barındırması insan sağlığı için uygun görülmezken, endüstriyel uygulamalarda bir sakınca olduğu düşünülmemektedir. (Demirbaş vd., 2016; Sehwag vd., 2015; Sharafi vd., 2015; Canadian FIA, 2012;). Brassica ailesinden biri olan *B.nigra* (siyah hardal), 1 metreye kadar uzayabilen, saplı ve koyu yeşil tüylü yapraklar bırakan yıllık otsu bir bitkidir ve yaklaşık %25-30 yağ içerir. Dünya genelinde Rodos, Fas, Girit, Sicilya, Türkiye, Etiyopya'da bulunurken, Türkiye'de Doğu Karadeniz bölgesi, Akdeniz Bölgesi (Mersin, Adana, Hatay, Osmaniye, Maraş), Güney Marmara ve Trakya'da yayılış göstermektedir. (Peter, 2012; Gıdık, 2016; Nagata, 2007; Güner ve Aslan, 2012).

Bitkisel yağların direkt ya da harmanlama şeklinde bir motorda kullanımı kısa vadede bir sorun teşkil etmezken, uzun vadede enjektör sisteminde kömürleşme, piston segmanlarının yapışması, enjektör birikintileri, karbonizasyon ve reçine oluşumu, oksidasyon vb. motor problemlerine yol açabilmektedir. Özellikle yağın viskozitenin yüksek olmasından kaynaklı meydana gelen bu problemler bitkisel yağa uygulanan ısıl yöntem veya kimyasal yöntemlerle elde edilen biyodizel

sayesinde ortadan kaldırılabilmektedir. Yapılan test sonuçları göstermektedir ki biyodizel bir dizel motorda fazla değişiklik yapılmaksızın kullanılabilmektedir (Singh, 2010; Haşimoğlu, 2008; Alptekin, 2005).

Fadhil ve Abdulahad (2014) KOH ve etanol kullanarak transesterifikasyon yoluyla hardal yağı etil esteri üretmişlerdir. Hardal yağı etil esteri üretmek için en uygun koşullar; %0.90 KOH, 8:1 etanol/yağ molar oranı, 60 dk. reaksiyon süresi ve 60 °C reaksiyon sıcaklığı şeklinde bulunmuştur. Maksimum ester verimi %94 ve ester dönüşümü %98.22 elde edilmiştir. Üretilen biyodizelin yakıt özellikleri incelendiğinde Amerikan standartlarına uygun olduğu gözlemlenmiştir. Anbumani ve Singh (2010), siyah hardal yağından ürettikleri biyodizeli dizel ile hacimsel olarak %10, 15, 20 ve 25 oranlarında karıştırmışlar ve tek silindirli, 4 zamanlı ve direkt enjeksiyonlu bir dizel motorda farklı yüklerde (0-20 kg) ve 1500 rpm sabit motor devrinde deneyerek motor performans ve egzoz emisyon değerlerini dizel ile karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, %20 oranında karışım yakıt ile dizel yakıtın motor performans değerleri neredeyse eşit sonuçlar vermiştir. Ayrıca, bu karışım yakıt diğer yakıtlarla karşılaştırıldığında, duman koyuluğu, HC ve NO_X emisyonları bakımından en iyi performansı göstermiştir. Satyanarayana vd.. (2018), hardal yağı metil esterini dizel yakıt ile %10 ve 20 oranlarında karıştırmışlardır. Karışım yakıtları tek silindirli, 4 zamanlı bir dizel motorda farklı yüklerde (2-12 kg) ve 1500 rpm sabit motor devrinde deneyerek motor performans değerlerini dizel yakıt ile karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, karışım yakıtların termal verim değerleri dizel yakıta göre daha düşük bulunmuştur. Maksimum termal verim dizel yakıt için %45 olarak tespit edilmiş, %10'luk ve %20'lik karışım yakıtlar için ise sırasıyla %40 ve %39 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada, siyah hardal yağının NaOH ve KOH katalizörler varlığında, metil ve etil alkoller kullanılarak elde edilen biyodizellerin yakıt özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca, bu yakıtların motor performans ve egzoz emisyon değerleri tespit edilerek dizel yakıt ile karşılaştırılmıştır.

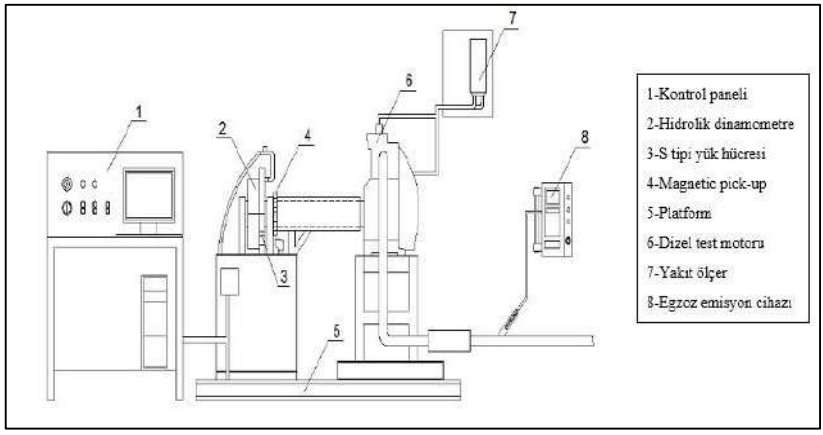
2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyal

Biyodizel üretiminde kullanılan metil ve etil alkol, NaOH ve KOH Merck firmasından temin edilmiştir. Biyodizel yakıtların karşılaştırılmasında referans yakıt olarak Euro Dizel (ED) kullanılırken, üretilen biyodizellerin serbest yağ asidi ölçümlerinde ihtiyaç duyulan dietil eter VWR firmasından, KOH çözeltisi (0.1N) ve fenolftalein indikatör çözeltisi (%1) Norateks firmasından tedarik edilmiştir. Üretilen biyodizeller ve ED'nin yağ asidi kompozisyonları, yakıt özellikleri

(yoğunluk, kinematik viskozite, ısıl değer, su içeriği, parlama noktası, renk, pH, bulutlanma noktası, akma noktası, soğuk filtre tıkanma noktası (SFTN), asit sayısı, iyot sayısı vb.) belirlenmiştir.

Son aşamada ise, B100 şeklinde üretilen biyodizellerin motor performans ve egzoz emisyon değerleri belirlenmiştir. Şekil 1'de şematik görünümü verilen motor deney ve test düzeneği; dinamometre kontrol ünitesi, hidrolik dinamometre, S tipi yük hücresi, magnetic pick-up, dizel test motoru, kütlesel yakıt tüketimi ölçüm cihazı, egzoz emisyon ölçüm cihazı kısımlarından oluşmaktadır. Dizel test motoruna ait teknik özellikler ise Tablo 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Motor deney ve test düzeneğinin şematik görünümü

Tablo 1. Dizel test motoruna ait teknik özellikler

Teknik özellikler	Birim	Değer / Marka-Model
Markası	-	Süper star
Çalışma prensibi	-	4 zamanlı, direkt enjeksiyonlu, tam dizel motor
Silindir sayısı	adet	1
Strok	mm	100
Silindir çapı	mm	108
Silindir hacmi	cm^3	920
Yakıt deposu kapasitesi	lt	16
Sıkıştırma oranı	-	17:1
Yağ kapasitesi	lt	2.3
Max. güç	BG	15
Max. tork	Nm	60
Yağlama sistemi	-	Tam basınçlı (dişli yağ pompalı)
Soğutma tipi	-	Su soğutmalı
Soğutma suyu kapasitesi	lt	3

Püskürtme basıncı	kg/cm²	175
Püskürtme başlangıcı	derece	28-35 (Ü.Ö.N'dan önce)
Yakıt pompası	-	Süper star / Bosch tipi
Enjektör kütüğü	-	Bosch / Lucas
Enjektör memesi	-	Bosch / Lucas

Biyodizel yakıtların ve ED'nin yanma sonucu ortaya çıkan CO, CO_2, HC, NO_X ve SO_2 emisyonları ve egzoz gazı sıcaklık değerinin belirlenmesinde Mobydic marka egzoz emisyon ölçüm cihazı kullanılmıştır. Egzoz emisyon ölçüm cihazına ait teknik özellikler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Egzoz emisyon cihazına ait teknik özellikler

Emisyon	Birim	Ölçüm Aralığı
CO	% vol	0-10
CO_2	% vol	0-20
HC	ppm	0-20000
NO_X	ppm	0-500
SO_2	ppm	0-5000

2.2. Biyodizellerin hazırlanması

Siyah hardal yağının metil alkol-etil alkol ve NaOH-KOH kullanarak transesterifikasyon yöntemi ile biyodizel üretimi gerçekleştirilmiştir. Her bir alkolün NaOH ve KOH eşliğinde, katalizör miktarı, alkol miktarı, reaksiyon sıcaklığı ve reaksiyon süresi olmak üzere dört farklı işlem parametrelerinde optimizasyon çalışması gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon çalışmasında, her bir parametrenin sonunda maksimum biyodizel verimi elde etmek için polinom regresyon modeli (PRM) uygulanmıştır.

Üretim sonrasında elde edilen 4 adet biyodizel ve dizel yakıt; yakıt özelliklerinin tespiti için 250 ml vida kapaklı cam şişelerde ve motor performans, egzoz emisyonları ölçümü için 8 litre cam kaplarda muhafaza edilmiştir (Şekil 2). Biyodizellere kullanılan alkol ve katalizör çiftine göre adlandırılan kısaltmalar ve her bir çift için bulunan optimum şartlar Tablo 3'de verilmiştir.



Şekil 2. (a) Yakıt özelliklerinin tespiti ve **(b)** motor performans ve egzoz emisyon ölçümleri için hazırlanan yakıt numuneleri

Tablo 3. Üretilen biyodizellerin isimlendirilmesi ve optimum reaksiyon şartları

			Optimum reaksiyon şartları				
Alkol	Katalizör	Biyodizel	Alkol miktarı (ağ.%)	Katalizör miktarı (ağ.%)	Reaksiyon sıcaklığı (ºC)	Reaksiyon süresi (dk.)	Verim (%)
Metanol	NaOH	$NaOH_{MB}$	21.5	0.504	59.5	60.5	96.8682
Etanol	NaOH	$NaOH_{EB}$	35.75	0.6136	42.0	55.0	96.565
Metanol	KOH	KOH_{MB}	20.39	0.4	57.1	54.1	97.335
Etanol	KOH	KOH_{EB}	45.12	0.838	35.4	56.0	96.229

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. $NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB} ve KOH_{EB}'nin yakıt özellikleri

Optimizasyon çalışmaları neticesinde $NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB} ve KOH_{EB} olmak üzere dört adet B100 biyodizel üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu yakıtların yoğunluk, kinematik viskozite, ısıl değer, su içeriği, parlama noktası vb. yakıt özellikleri belirlenmiştir (Tablo 4). Sonuçlar dikkate alındığında, biyodizel yakıtların kinematik viskozite değerlerinin TS EN 14214 standardı üst sınır değerinden bir miktar yüksek çıktığı, ancak ASTM D6751 standardına uygun olduğu; $NaOH_{MB}$ ve KOH_{EB} yakıtlarının Grup II (Ca+Mg) metaller değerlerinin standartları sağlamadığı, diğer özelliklerin ise standartlara uygun olduğu gözlemlenmiştir.

3.2. $NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} ve ED'nin motor performans, egzoz gazı sıcaklığı ve emisyon değerleri

Yapılan motor test sonucunda, biyodizel yakıtların ($NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB}) ve dizel yakıtın (ED) dizel bir motorda tam gaz konumunda efektif motor torku, efektif motor gücü, efektif özgül yakıt tüketimi ve efektif termik verim motor performans değerleri ile egzoz gazı sıcaklığı, CO, CO_2, HC, SO_2 ve NO_X emisyon değerlerinin motor devir

sayısına bağlı olarak değişimleri tespit edilmiş ve çıkan sonuçlar ED ile karşılaştırılmıştır.

3.2.1. Efektif motor torku ve efektif motor gücü

$NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} ve ED ile motor devrinin fonksiyonu olarak belirlenen efektif motor tork ve güç değerlerinin değişimi Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3 (a) incelendiğinde, motor devri arttıkça efektif tork değerlerinin azaldığı, en yüksek tork değerinin 1100 d/d'da olduğu ve ED'nin ortalama tork değerinin biyodizel yakıtlardan daha yüksek olduğu görülmektedir. $NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB} ve KOH_{EB} biyodizel yakıtlarının ortalama tork değerleri ED'ye göre sırasıyla %9.39

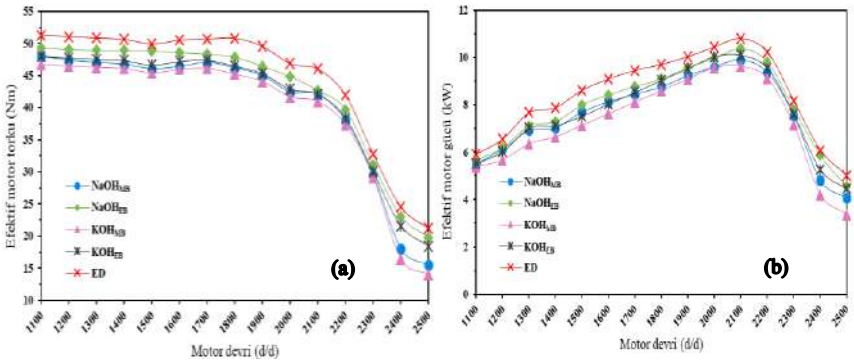
Tablo 4. $NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB} ve KOH_{EB}'nin yakıt özellikleri

		EN 14214					
Özellik	Birim	Min	Maks.	$NaOH_{MB}$	$NaOH_{EB}$	KOH_{MB}	KOH_{EB}
Yoğunluk, 15ºC'ta	kg/m^3	860	900	881.48	876.11	884.61	876.87
Kinematik viskozite, 40ºC'ta [1]	mm^2/s	1.9	6.0	5.12	5.39	5.85	5.48
Isıl değer	MJ/kg	-	-	40.356	40.659	40.313	40.531
Su içeriği	mg/kg	-	500	221	149	183	161
Parlama noktası	°C	101	-	172	170	172	170
Asit sayısı	mg KOH/g	-	0.50	0.464	0.351	0.436	0.444
Sabunlaşma sayısı	mg KOH/g	-	-	183.76	179.69	188.04	184.34
İyot sayısı	g I_2/100 g	-	120	100.13	90.41	109.91	96.04
Setan sayısı	-	51	-	53.46	56.32	50.59	54.29
Linolenik asit metil esteri	% (m/m)	-	12	0	-	0	-
Çoklu doymamış (>=4 çift bağ) metil esterleri	% (m/m)	-	1	0	-	0	-
Doymamışlık derecesi, DU	-	-	-	118.7	109.4	127.5	114.2
Oksidasyon kararlılığı, COX[1]	h	3	-	3.36	2.60	3.94	3.00
Bulutlanma noktası, BN	°C	Report		-3	-1	-4	-2
Soğuk filtre tıkanma noktası, SFTN	°C	-	-	-8	-6	-9	-7
Akma noktası, AN	°C	Report		-13	-10	-14	-12
Donma noktası, DN	°C	-	-	-18	-17	-20	-18
Renk	-	-	-	2.0	2.0	2.2	2.1
pH	-	-	-	7.81	9.31	8.88	8.32
Grup I (Na+K) metaller	mg/kg	-	5.0	1.13	0.48	0.40	1.11
Grup II (Ca+Mg) metaller	mg/kg	-	5.0	7.10	3.57	4.34	6.22
Fosfor içeriği	mg/kg	-	4.0	0.39	0.61	0.91	0.43

[1] ASTM 6751'de

, 4.67, 11.30 ve 7.67 oranlarında düşüş göstermiştir. Biyodizel yakıtların ısıl değerlerinin ED'ye göre düşük olmasından kaynaklı bu düşüşlerin gerçekleştiği söylenebilir (Sugözü vd., 2010; Ghazali vd., 2015).

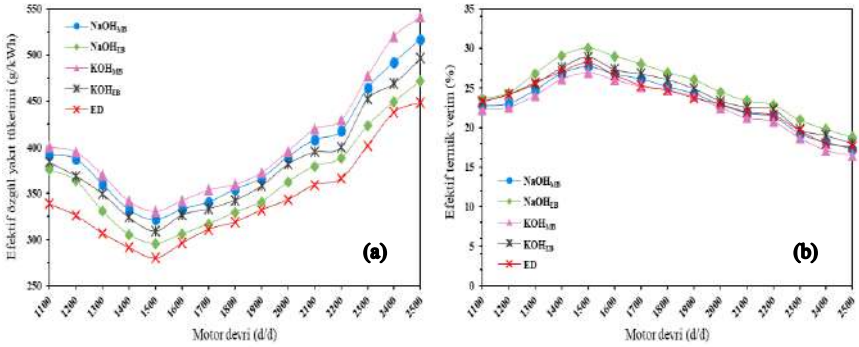
Şekil 3 (b) incelendiğinde; en yüksek efektif güç değerinin 2100 d'da ED yakıtı ile 10.80 kW, en düşük efektif güç değerinin 2500 d/d'da KOH_{MB} yakıtı ile 3.38 kW olduğu belirlenmiştir. $NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB} ve KOH_{EB} biyodizel yakıtlarının ortalama güç değerleri ED'ye göre sırasıyla %9.78, 5.60, 14.15 ve 8.09 oranlarında azalma meydana gelmiştir. Biyodizel yakıtların ED'ye göre daha düşük ısıtma değerleri içermesinden dolayı bu azalmaların meydana geldiği düşünülebilir (Xue vd., 2011; Ghazali vd., 2015).



Şekil 3. $NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} ve ED yakıtlarının **(a)** efektif tork değerleri, **(b)** efektif güç değerleri

3.2.2. Efektif özgül yakıt tüketimi ve efektif termik verim

$NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} ve ED ile motor devrinin fonksiyonu olarak belirlenen özgül yakıt tüketim ve termik verim değerlerinin değişimi Şekil 4'de verilmiştir. Şekil 4 (a)'da görüldüğü üzere; en düşük özgül yakıt tüketimi 1500 d/d'da ED yakıtı ile 279.99 g/kWh, en yüksek özgül yakıt tüketiminin ise 2500 d'da KOH_{MB} yakıtı ile 541.59 g/kWh olarak tespit edilmiştir. Biyodizel yakıtlarının özgül yakıt tüketimin ED'ye göre yüksek çıkma nedenleri; dizel yakıtın ısıtma değerinin biyodizele göre yüksek olması, viskozite ve yoğunluk değerlerinin daha düşük olması şeklinde ifade edilebilir (Xue vd., 2011; Lapuerta vd., 2008). Biyodizel yakıtları arasındaki fark ise, setan sayısına bağlı olarak enjeksiyon zamanlamasındaki oluşan değişimlerin yanma zamanlamasına etkisinden kaynaklı olduğu belirtilebilir (Büyükkaya, 2010).

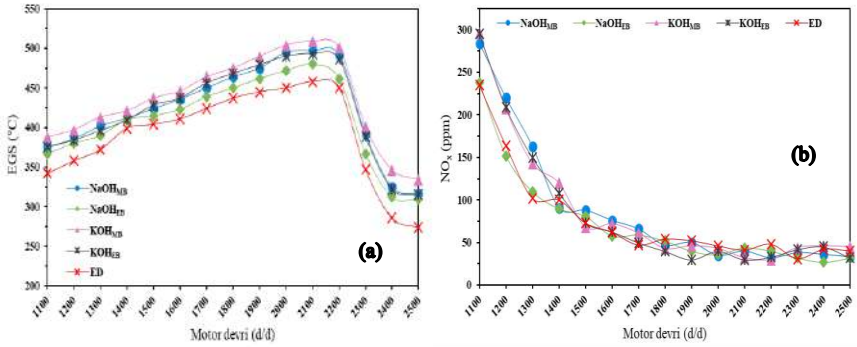


Şekil 4. $NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} ve ED yakıtlarının **(a)** efektif özgül yakıt tüketim değerleri, **(b)** efektif termik verim değerleri

Şekil 4 (b)'de verilen sonuçlar incelendiğinde; biyodizel yakıtların ortalama efektif termik verim değerleri ED (%23.37) ile karşılaştırıldığında; $NaOH_{MB}$ ve KOH_{MB} için sırasıyla %0.67 ve 3.29 oranlarında azalma, $NaOH_{EB}$ ve KOH_{EB} için ise sırasıyla %6.76 ve 2.56 oranlarında artış olduğu sonucuna varılmıştır. Bu artışlar ve azalmalara neden olarak; yakıtların ısıl değerleri, yoğunlukları, özgül ağırlıkları, oksijen içerikleri, setan sayıları ve viskozitelerine bağlı olarak gerçekleşen tam yanma, eksik yanma, yüksek ateşleme vb. gerekçeler gösterilebilir. Bunlara ek olarak; motor tipi, motor yükü koşulları, motor çalışma sıcaklığı vb. durumlarda bu değişimlerde etkin rol oynamaktadır (Lapuerta vd., 2008; Ragit vd., 2014; Ghazali vd., 2015).

3.2.3. Egzoz gazı sıcaklığı ve NO_X emisyonu

$NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} ve ED ile motor devrinin fonksiyonu olarak belirlenen egzoz gazı sıcaklığı (EGS) ve NO_X emisyon değerlerinin değişimi Şekil 5'de verilmiştir. $NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} biyodizel yakıtların ortalama EGS değerleri ED'ye göre sırasıyla %8.28, 4.81, 11.42 ve 8.00 oranlarında azalma meydana gelmiştir (Şekil 5-a). Ateşleme süresinin gecikmesi sonucu oluşan yanma EGS'yi arttırmaktadır. Ayrıca, biyodizelin dizel yakıta göre daha fazla oksijen ihtiva etmesi yanma işlemini arttırmakta ve daha yüksek EGS ile sonuçlanmaktadır (Aydın ve Bayındır, 2010; Nayak ve Pattanaik, 2014; Raman vd., 2019).

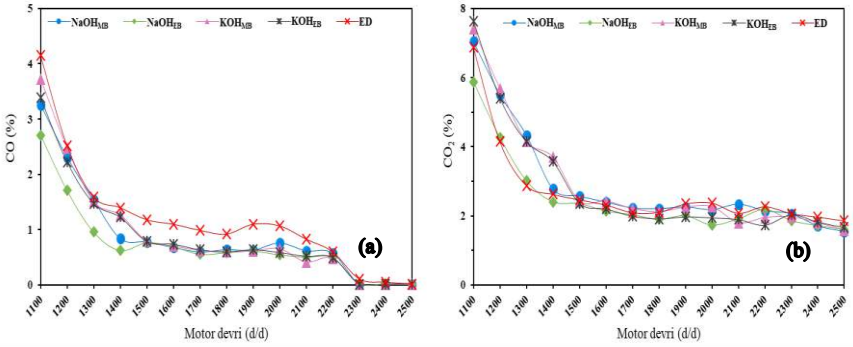


Şekil 5. $NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} ve ED yakıtlarının **(a)** EGS değerleri, **(b)** NO_X değerleri

ED ortalama NO_X emisyon değerine göre; $NaOH_{MB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} yakıtların ortalama NO_X emisyon değerleri sırasıyla %14.24, 13.98 ve 9.05 oranlarında artarken, $NaOH_{EB}$'nin ortalama NOx emisyon değeri %4.04 oranında azalmıştır. Biyodizelin dizel yakıtına göre yüksek oksijen içeriğinden kaynaklı tam yanma bölgesinin fazla olmasına bağlı olarak meydana gelen yüksek ortam sıcaklıkları, biyodizellerin daha uzun zincir uzunluğu ve daha yüksek oranda doymamış yağ asidine sahip olmaları NO_X emisyonundaki artışa neden olduğu belirtilmektedir (Demir, 2009; Xue vd., 2011; Mofijur vd., 2014; Schirmer vd., 2016). $NaOH_{EB}$ emisyon değerinin ED'ye göre düşük çıkması ise; biyodizele göre dizel yakıtın alt ısıl değerinin yüksek olması ve setan sayısının yüksek olmasına bağlı olarak tutuşma gecikme süresi, yanma sıcaklığı ve basıncının düşmesi gösterilebilir (Aysal vd., 2014).

3.2.4. CO ve CO_2 emisyonu

$NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} ve ED ile motor devrinin fonksiyonu olarak belirlenen CO ve CO_2 emisyon değerlerinin değişimi Şekil 6'da verilmiştir. $NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} yakıtların ortalama CO emisyon değerleri ED ortalamasına göre sırasıyla %38.17, 26.31, 20.76 ve 23.93 oranlarında azalmıştır. Buradaki CO emisyonlardaki iyileşme, biyodizel yakıtların dizel yakıttan yaklaşık %10-12 civarında daha fazla oksijen içermesindendir (Abed vd., 2019).



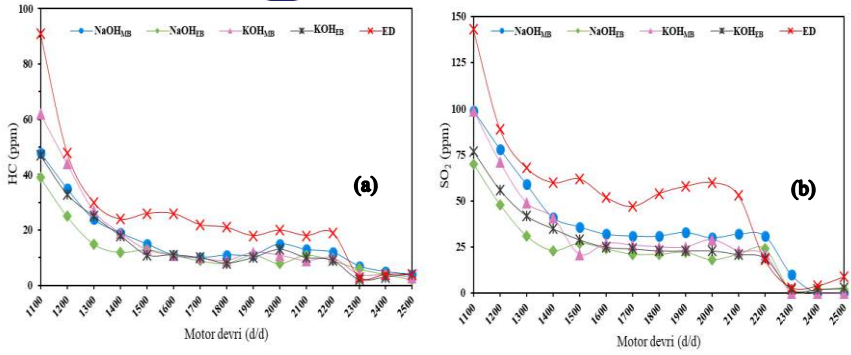
Şekil 6. $NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} ve ED yakıtlarının **(a)** CO değerleri, **(b)** CO_2 değerleri

$NaOH_{MB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} yakıtların ortalama CO_2 emisyon değerleri ED ortalamasına göre sırasıyla %6.98, 8.04 ve 4.61 oranlarında yüksek çıkarken, $NaOH_{EB}$ biyodizel yakıtı kullanıldığında %8.46 oranında düşük çıktığı tespit edilmiştir. Biyodizel yakıtların CO_2 değerlerinin yüksek çıkması yanma sonucu daha fazla CO'in CO_2'e dönüştürülmesinden, düşük çıkması ise $NaOH_{EB}$'nin karbon/hidrojen oranın ED'ye göre daha az olmasından kaynaklandığı söylenebilir (Ghazali vd., 2015).

3.2.5. HC ve SO_2 emisyonu

$NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} ve ED ile motor devrinin fonksiyonu olarak belirlenen HC ve SO_2 emisyon değerlerinin değişimi Şekil 7'de verilmiştir. $NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} yakıtların ortalama HC emisyon değerleri ED ortalamasına göre sırasıyla %35.82, 51.06, 33.68 ve 42.78 oranlarında azalmıştır. Buradaki HC emisyonlardaki azalma, biyodizel yakıtların dizel yakıtına göre daha yüksek oksijen içeriğine bağlı olarak daha eksiksiz yanmasından kaynaklanmaktadır (Dhar vd., 2012).

$NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} yakıtların ortalama SO_2 emisyon değerleri ED ortalamasına göre sırasıyla %30.38, 54.48, 41.41 ve 48.20 oranlarında yüksek çıkmıştır. Literatür taraması sonucu, çıkan sonuçların bazı çalışmalarla büyük oranda benzerlik gösterdiği görülmüştür (Aydın ve Bayındır, 2010; Rosa vd., 2014; Schirmer vd., 2016; Leite vd., 2019).



Şekil 7. $NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB} ve ED yakıtlarının **(a)** HC değerleri, **(b)** SO_2 değerleri

4. SONUÇ

Siyah hardal yağını metil alkol-etil alkol ve NaOH, KOH ile transesterifikasyonu sonucu elde edilen biyodizellerin ($NaOH_{MB}$, $NaOH_{EB}$, KOH_{MB}, KOH_{EB}) yakıt özellikleri, motor performans ve egzoz emsiyon değerlerinin sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

- Her bir yakıt için belirlenen yakıt özelliklerinin genel anlamda standartları sağladığı görülmüştür.
- Motor performansları açısından incelendiğinde; biyodizel yakıtların dizel yakıtına göre genel olarak tork, güç ve termal verim değerlerinin azaldığı, özgül yakıt tüketim değerlerinin arttığı belirlenmiştir.
- EGS ve emisyon değerleri analiz edildiğinde; biyodizel yakıtların dizel yakıtına göre genel olarak EGS, CO_2 ve NO_X değerlerinin artış gösterdiği, CO, HC ve SO_2 değerlerinin azalma gösterdiği tespit edilmiştir.

$NaOH_{EB}$ yakıtı ED yakıtı ile karşılaştırıldığında; genel anlamda diğer biyodizel yakıtlarla aynı tavrı sergilerken, termal verim değerinde artış, CO_2 ve NO_X değerlerinde azalma göstermiştir. Bu farklı davranışlara en büyük etkenlerden biri $NaOH_{EB}$'nin setan sayısı değerinin diğer yakıtlara göre düşük olmasından kaynaklandığı ifade edilebilir.

Teşekkür

Bu çalışmayı 6602B-MMF/18-175 proje numarası ile destekleyen YOBÜ Rektörlüğüne ve BAP birimine teşekkür ederiz. Bu çalışma Volkan ASLAN'ın doktora tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

1. Tekin, K., Karagöz, S. (2013). Non-catalytic and catalytic hydrothermal liquefaction of biomass. Research on Chemical Intermediates, 39(2), 485-498.
2. Usher, B. (2019). Renewable Energy: A Primer for the Twenty-first Century. Columbia University Press.
3. Chaudhry, M. A., Raza, R., Hayat, S. A. (2009). Renewable energy technologies in Pakistan: prospects and challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13(6-7), 1657-1662.
4. YEGM (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü) (2019), Erişim adresi http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_enerjisi_adv.aspx
5. Van der Stelt, M. J. C., Gerhauser, H., Kiel, J. H. A., Ptasinski, K. J. (2011). Biomass upgrading by torrefaction for the production of biofuels: A review. Biomass and bioenergy, 35(9), 3748-3762.
6. Üstün, G. E., Genç, B. (2015). Dünya'da ve Türkiye'de biyoyakıtların durumu. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(2).
7. Dağdelen, A., Yüksel, Y. (2016). Yağlı tohum çeşidi ve transesterifikasyon yöntemlerinin biyoyakıt üretimine ve kalitesine etkileri. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5, 107-117.
8. Jiaqiang, E., Pham, M., Zhao, D., Deng, Y., Le, D., Zuo, W., ... Zhang, Z. (2017). Effect of different technologies on combustion and emissions of the diesel engine fueled with biodiesel: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 80, 620-647.
9. Demirbas, A., Bafail, A., Ahmad, W., Sheikh, M. (2016). Biodiesel production from non-edible plant oils. Energy Exploration & Exploitation, 34(2), 290-318.
10. Sehwag, S., & Das, M. (2015). A brief overview: Present status on utilization of mustard oil and cake.
11. Sharafi, Y., Majidi, M. M., Goli, S. A. H., Rashidi, F. (2015). Oil content and fatty acids composition in Brassica species. International Journal of Food Properties, 18(10), 2145-2154.
12. Canadian FIA (Canadian Food Inspection Agency) (2017). The Biology of *Brassica Napus* L. (Canola/Rapeseed), Guid. Doc. Repos., ss. 72, 2.
13. Peter, K. V. (Ed.). (2012). Handbook of herbs and spices. Elsevier.
14. Gıdık, B. (2012). Trakya bölgesinde yetişen kanola (kolza) bitkisinde genetik çeşitliliğin moleküler işaretleyicilerle karakterizasyonu (Yüksek lisans tezi, Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
15. Nagata, T., Lorz, H., Widholm, J. M. (2007). Biotechnology in agriculture and Forestry. Transgenic Crops IV, 428.
16. Güner, A., Aslan, S. (Eds.). (2012). Türkiye bitkileri listesi: (damarlı bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları.

17. Singh, P., Singh, R.I., Kundu, K. (2010). Combustion of Biodiesel from Vegetable Oil in Engines — A Review, Conference Paper, October, 122-129.
18. Haşimoğlu, C., İçingür, Y., Özsert, İ. (2008). Turbo şarjli bir dizel motorda yakit olarak biyodizel kullanilmasinin motor performans ve egzoz emisyonlarina etkisi. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(1).
19. Alptekin, E., Çanakçı, M. (2006). Biyodizel ve Türkiye'deki durumu. Mühendis ve Makine, 47(561), 57-64.
20. Fadhil, A. B., Abdulahad, W. S. (2014). Transesterification of mustard (Brassica nigra) seed oil with ethanol: purification of the crude ethyl ester with activated carbon produced from de-oiled cake. Energy conversion and management, 77, 495-503.
21. Anbumani, K., Singh, A. P. (2006). Performance of mustard and neem oil blends with diesel fuel in CI engine. Carbon, 86(78), 92.
22. Satyanarayana, P. A., Oleti, R. K., Uppalapati, S., Sridevi, V. (2018). A Comparative Study on Characterization of Used Cooking Oil and Mustard Oil for Biodiesel Production: Engine Performance. Materials Today: Proceedings, 5(9), 18187-18201.
23. Sugözü, İ., Cengiz, Ö. N. E. R., Altun, Ş. (2010). The performance and emissions characteristics of a diesel engine fueled with biodiesel and diesel fuel. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 2(1), 50-53.
24. Ghazali, W. N. M. W., Mamat, R., Masjuki, H. H., Najafi, G. (2015). Effects of biodiesel from different feedstocks on engine performance and emissions: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 51, 585-602.
25. Xue, J., Grift, T. E., Hansen, A. C. (2011). Effect of biodiesel on engine performances and emissions. Renewable and Sustainable energy reviews, 15(2), 1098-1116.
26. Lapuerta, M., Armas, O., Rodriguez-Fernandez, J. (2008). Effect of biodiesel fuels on diesel engine emissions. Progress in energy and combustion science, 34(2), 198-223.
27. Buyukkaya, E. (2010). Effects of biodiesel on a DI diesel engine performance, emission and combustion characteristics. Fuel, 89(10), 3099-3105.
28. Ragit, S. S., Mohapatra, S. K., Kundu, K. (2011). Comparative study of engine performance and exhaust emission characteristics of a single cylinder 4-stroke CI engine operated on the esters of hemp oil and neem oil.
29. Aydin, H., Bayindir, H. (2010). Performance and emission analysis of cottonseed oil methyl ester in a diesel engine. Renewable Energy, 35(3), 588-592.

30. Nayak, S. K., Pattanaik, B. P. (2014). Experimental investigation on performance and emission characteristics of a diesel engine fuelled with mahua biodiesel using additive. Energy Procedia, 54, 569-579.
31. Raman, L. A., Deepanraj, B., Rajakumar, S., & Sivasubramanian, V. (2019). Experimental investigation on performance, combustion and emission analysis of a direct injection diesel engine fuelled with rapeseed oil biodiesel. Fuel, 246, 69-74.
32. Demir, B. (2009). Küçük ölçekli bir biyodizel sisteminin oluşturulması, elde edilen pamuk yağı metil esterin motor performans testleri, enerjetik ve ekserjetik değerlendirilmesi (Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Güneş Enerjisi Anabilim Dalı).
33. Mofijur, M., Masjuki, H. H., Kalam, M. A., Atabani, A. E., Arbab, M. I., Cheng, S. F., Gouk, S. W. (2014). Properties and use of Moringa oleifera biodiesel and diesel fuel blends in a multi-cylinder diesel engine. Energy Conversion and Management, 82, 169-176.
34. Schirmer, W. N., Gauer, M. A., Tomaz, E., Rodrigues, P. R. P., de Souza, S. N. M., Chaves, L. I., ... & Cabral, A. R. (2016). Power generation and gaseous emissions performance of an internal combustion engine fed with blends of soybean and beef tallow biodiesel. Environmental technology, 37(12), 1480-1489.
35. Aysal, F. E., Aksoy, F., Şahin, A., Aksoy, L., Yıldırım, H. (2014). Hardal Yağından Biyodizel Üretiminin Optimizasyonu ve Motor Performans Testleri. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(2), 1-9.
36. Abed, K. A., Gad, M. S., El Morsi, A. K., Sayed, M. M., Elyazeed, S. A. (2019). Effect of biodiesel fuels on diesel engine emissions. Egyptian Journal of Petroleum.
37. Dhar, A., Kevin, R., Agarwal, A. K. (2012). Production of biodiesel from high-FFA neem oil and its performance, emission and combustion characterization in a single cylinder DICI engine. Fuel Processing Technology, 97, 118-129.
38. Rosa, H. A., Wazilewski, W. T., Secco, D., Chaves, L. I., Veloso, G., de Souza, S. N. M., ... & Santos, R. F. (2014). Biodiesel produced from crambe oil in Brazil—A study of performance and emissions in a diesel cycle engine generator. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 38, 651-655.
39. Leite, D., Santos, R. F., Bassegio, D., de Souza, S. N. M., Secco, D., Gurgacz, F., da Silva, T. R. B. (2019). Emissions and performance of a diesel engine affected by soybean, linseed, and crambe biodiesel. Industrial Crops and Products, 130, 267-272.

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ÇİMENTO FABRİKASINDA DÖNER FIRIN PROSESİNİN ENERJİ VE EKSERJİ ANALİZİ İNCELENMESİ

Energy and Exergy Analysis of Rotary Kiln Process in Cement Factories

Evren Kodanlı[1] & İbrahim Uzun[1]

1 (P.H.D. Cand.); Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kırıkkale-Türkiye, evrenkodanli@gmail.com

1 (Prof. Dr.); Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale-Türkiye, ibrahimuzun71@gmail.com

Özet: Dünya genelinde enerji sarfiyatının yoğun olarak kullanıldığı sektörlerin başında çimento üretimi gerçekleştiren çimento fabrikaları yer almaktadır. Çevre sorunlarının artmasıyla beraber fosil kökenli yakıt rezervlerinin azalması neticesinde enerjinin kullanılabilirliği ve sürdürülebilirliği konusunda çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Enerjinin etkin kullanılabilirliği, sürdürülebilirliği ve enerji üretiminin geliştirilebilirliği geleceğimiz için oldukça önemlidir. Bu çalışmada, çimento üretiminin hammaddesi olan klinkerin üretiminin gerçekleştirildiği döner fırınlardaki enerji ve ekserji analizi termodinamik açıdan küçük ölçekli bir uygulama ile analiz edilmiştir. Çimento fabrikasından alınacak olan gerçek veriler ile enerji, ekserji ve kütle denklikleri oluşturulacak olup termodinamiğin birinci ve ikinci yasaları kullanılarak ilgili denklikler yazılarak iyileştirilebilecek noktalar ortaya konulmaya çalışılmıştır. İlgili denklikler oluşturulduktan sonra ekserji değerleri ve enerji verimliliği artırılabilecek noktalar hesaplanmıştır. Döner fırına ön ısıtıcı bölgesinden giren farin klinker soğutma bölgesinde ve diğer tarafta yer alan alev borusundan da kömür, doğalgaz veya fuel oil gibi yakıt girdisiyle yanma işlemi gerçekleştirilerek ters akışla malzeme pişirilerek klinker oluşturulur. Yapılan analizler sonucunda döner fırın boyunca enerji harcama noktaları tek tek ele alınarak döner fırının hangi bölgelerinde iyileştirme yapılabileceği tespit edilmiştir. Çalışmada döner fırın kütle, enerji, enerji verimliliği, enerjinin kullanılabilirliği ve geri kazanılabilirliği hesaplamalara dahil edilerek mevcut literatür bilgileriyle karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bu şekilde ele alınan bir döner fırında ısıl verim ve etkinlik değerleri tablo ve grafiklerle sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Enerji Analizi, Ekserji Analizi, Çimento, Döner Fırın

Abstract: Cement factories that produce cement are the leading sectors in the world where energy consumption is used intensively. As environmental problems increase, fossil fuel reserves are decreasing, and studies on the availability and sustainability of energy are increasing day by day. Efficient use of energy, sustainability and the improvement of energy production are very important for our future. In this study, energy and exergy analysis in rotary kilns where clinker,

which is the raw material of cement production, is carried out, is analyzed with a small scale application in terms of thermodynamics. Energy, exergy and mass balances will be formed with the actual data to be obtained from the cement factories and the points that can be improved are put forward by using the first and second laws of thermodynamics. Exergy values and points that could increase energy efficiency were calculated after the related balances were established. In the clinker cooling zone of the raw meal entering the rotary furnace from the preheater zone and from the flame pipe located on the other side, the combustion process is carried out with fuel input such as coal, natural gas or fuel oil and the material is cooked by counterflow and clinker is formed. As a result of the analyzes, energy consumption points along the rotary kiln were handled one by one and it was determined which areas of the rotary kiln could be improved. In the study, rotary kiln mass, energy, energy efficiency, energy availability and recoverability were included in the calculations and given in comparison with the current literature information. Thermal efficiency and efficiency values of a rotary kiln are presented in tables and graphs.

Keywords: Energy Analysis, Exergy Analysis, Cement, Rotary Kiln

GİRİŞ

Bir prosesin çalışmasını sağlamak ve bir ürün üretebilmek için verimli enerji kullanmak, üretim için kullanılacak enerjiyi gerekenden az kullanılmak değildir. Üretim prosesini gerçekleştirebilmek adına gerekli olan optimum enerjiyi kullanıp, ihtiyaç fazlası enerjiyi harcayıp enerji israfı yapmamaktır. Bu çalışmada termodinamik 0. 1. ve 2. yasaları hesaplamalarda kullanılacak olup, bu hesaplamalarla enerji ve ekserji analizleri yapılacaktır. Enerjide dışa bağımlı olunması, fosil rezervli yakıt kaynaklarının sınırlı olması ve çevresel kirlenmenin azalması adına, yoğun enerji tüketimi gerçekleştiren üretim tesislerinin enerji verimlilik çalışması yapması gelecek için önemlidir.

Yapılan bu çalışmada çimento fabrikalarının üretim aşamalarının en önemli süreci döner fırın prosesi incelenmiştir. Çimento fabrikalarında üretim kapasitesi yıllık bazda milyon tonun üzerindedir. Bu kapasite dikkate alındığı zaman 1 kW/Ton ve 1 kCal/Ton ürünün tasarrufunu sağlayabilmek bir çimento tesisi için oldukça önemlidir. Yapılan bu çalışma sonucuna göre döner fırın prosesindeki sağlanacak bu tasarruf çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır.

Çimento fabrikalarında enerji tüketiminin en fazla olduğu proses döner fırın prosesidir. Gelişen teknoloji ve ihtiyacın artması dolayısı ile çimento üretim kapasiteleri fazladır. Bu sebeple döner fırınlar yüksek üretim hacmine sahiptir. Hammaddenin ısıtılması ve pişmenin sağlanabilmesi için en iyi üretim prosesi döner fırınlardır. Döner fırınlar saatte yaklaşık 500

ton hammadde kapasitesine sahip olup, 75 metre uzunluğa ve 7 metre çapına kadar üretilebilmektedirler.

Farin 90 mikron inceliğinde olup, %8-15 aralığında değişkenlik gösteren una benzer, öğütülmüş bir malzemedir.

Döner fırın sisteminin üzerinde bulunan ön ısıtıcı siklonlardan, döner fırın sistemine giren farin, fırının alt kısmında bulunan alev borusunda kömür, fuel-oil veya doğal gazın yakılmasıyla ters akış esasına göre pişirilerek çimento hammaddesi klinker oluşturulur. Oluşturulan bu klinker, fırının en alt kısmından soğutma ünitesine dökülür.

Ön ısıtıcı bölümünde yaklaşık 1100 °C sıcaklıklara ulaşan farin, döner fırın sistemi sayesinde yaklaşık 1400 °C sıcaklıklara kadar ulaşarak sinterleşir.

Çimento üretim prosesinde klinker dışında kullanılan başlıca hammaddeler; kalker, demir oksit, alüminyum oksit ve silisyum dioksit içeriği yüksek kil ve demir oksit içeriği yüksek olan demir cevherleridir.

Çimento üretimi altı ana aşamada gerçekleşmektedir. Bu aşamalar, hammadde hazırlama, farin hazırlama, yakıt hazırlama, klinker üretimi, çimento öğütme, paketleme ve satış aşamalarından oluşmaktadır.

Bu çalışmada günde yaklaşık 3.500 ton klinker kapasiteli, 52 m uzunluğunda ve 4,4 m çapında döner fırın prosesi üzerinde kütle, enerji ve ekserji hesaplamaları yapılacaktır. Yapılan çalışma ve kurulan denklikler neticesinde enerji ve ekserji verimlilikleri çıkartılacak olup, enerji sarfiyatının azaltılması hakkında uygulanabilecek öneriler verilerek döner fırın prosesi için enerjinin daha verimli kullanılabilmesi adına bir takım iyileştirmeler yapılacaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Döner Fırın

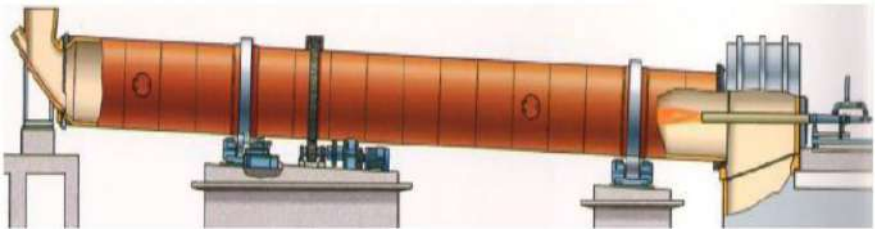
Bu çalışmada incelenen döner fırını KHD Humboldt Wedag International AG firması tarafından imalatı yapılmış olup Tablo 1'de döner fırının spesifik özellikleri ve Şekil 1'de çift ringli döner fırının şematik resmi gösterilmiştir.

Tablo 1: Döner Fırın Spesifik Özellikleri (KHD, 2015)

Özellik	Kapasite	Birim
Fırın Uzunluğu	52	Metre
Fırın Çapı	4,4	Metre
Fırın Ring Sayısı	2	Adet
Fırın Üretim Kapasitesi	3.500	t/g

Spesifik Yakıt Tüketimi	730	kCal/kg kk.
Spesifik Enerji Tüketimi	11,5	kWh
L/D	11,9	-

Şekil 1: Çift Ringli Döner Fırın Şematik Resmi (KHD, 2015)



Alev Borusu

Döner fırınlarda yakıt olarak fuel-oil, kömür ve doğalgaz yakıtları kullanılır. Döner fırın sisteminde bu yakıtların yanma reaksiyonunu sağlayan alev borusu sistemi mevcut olup, alev borularının farklı amaçlara göre farklı tasarımları mevcuttur.

İncelenen bu döner fırın sisteminde kullanılmış olan alev borusu KHD Humboldt Wedag International AG firmasına ait bir tasarım olan Pyrojet alev borusudur ve Tablo 2'de Pyrojet alev borusunun spesifik özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 2: Alev Borusu Spesifik Özellikleri (KHD, 2015)

Özellik	Kapasite	Birim
Çevre Havası Çıkış Hızı	300	m/s
Merkez Hava Çıkış Hızı	150	m/s
Kömürün Sevk Hızı	25	m/s
Soğutma Havası Hızı	15	m/s
Kapasite	234,3	Gj/h
Çevre Hava Blower Kapasitesi	2.100	m^3/h
Merkez Hava Fan Kapasitesi	3.600	m^3/h
Soğutma Fanı Fan Kapasitesi	1.000	m^3/h
Kömür Sevk Blower Kapasitesi	4.400	m^3/h

Soğutma Sistemi

Bu çalışmada incelenen soğutma sistemi KHD Humboldt Wedag International AG firmasının üretimidir. Klinker sevkini ızgaralı hareketli beş farklı yol ile gerçekleştiren soğutma ünitesinin adı Pyrofloor'dur. Sıcaklığı 100°C'den küçük olan klinkerin boyutu, soğutma sistemi

çıkışında bulunan üç farklı roller kırıcı ile 20 mm'den küçük olması sağlanır. Hareketli kanallara hidrolik sistemi ile hareket kazandırılmaktadır. Hava akışını sağlayan ilk iki kamarada hava regülatörleri bulunmaktadır. Tablo 3'te Pyrofloor soğutma ünitesinin spesifik özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 3: Soğutma Ünitesi Spesifik Özellikleri (KHD, 2015)

Özellik	Kapasite	Birim
Kapasite	4.000	t/g
Hava Tüketimi	2,3	Nm^3/h
Izgara Yükü	38,8	m^2/g
Soğutma Klinker Çıkış Sıcaklığı	<100	^oC
Soğutma Verimliliği	70	%
Toplam Çalışma Alanı	86,3	m^2
Kamara Sayısı	7	Adet

Tablo 4: Soğutma Fanları Spesifik Özellikleri (KHD, 2015)

Özellik	Kapasite	Birim
1. Fan	35.241	m^3/h
2. Fan	35.241	m^3/h
3. Fan	31.877	m^3/h
4. Fan	42.503	m^3/h
5. Fan	41.366	m^3/h
6. Fan	72.391	m^3/h
7. Fan	72.391	m^3/h
8. Fan	82.732	m^3/h
Soğutma Sisteminin Fanı	505.200	m^3/h

Döner Fırın Termodinamik Analizi

Termodinamiğin birinci yasası enerjinin değişik biçimleri arasındaki ilişkilerini ve enerji etkileşimlerinden bahsetmektedir. Birinci yasa kütle ve enerjinin korunumu ilkesine dayanmaktadır. Termodinamiğin birinci yasası bir hal değişiminin yönü üzerinde herhangi bir kısıtlama koymamaktadır. Birinci yasa, enerjinin niceliğiyle, ikinci yasa ise niteliğiyle ilgilenmektedir.

Tablo 5: Döner Fırına Giren ve Çıkan Kütleler

Döner Fırına Giren Kütle (kg/h)		Döner Fırından Çıkan Kütle (kg/h)	
Giren kuru farin	$m_{kurufarin}$	Kaçak kuru farin	$m_{kaçakfarin}$
Farin içindeki nem	m_{fnem}	Buharlaşan su (kömür+farin)	m_{buhar}

Kömür	$m_{kömür}$	Üretilen klinker	$m_{klinker}$
Kömür nemi	m_{knemi}	Atık hava	$m_{atıkhava}$
Sürme havası	$m_{sürme}$	Kömür külü	$m_{kül}$
Yakma havası	m_{yakma}	Yanma gazları	m_{yanma}
Kaçak hava	m_{khava}		

TOPLAM Giren Kütle= TOPLAM Çıkan Kütle

Döner fırına giren madde kütlesi çıkan madde kütlesine eşittir. Bu denklik her zaman için korunur. Termodinamik 1. Yasası bize giren madde miktarının çıkan madde miktarına eşit olduğunu belirtir.

$$\sum \dot{m}_g = \sum \dot{m}_ç$$

$$\sum \dot{m}_{kurufarin} + \sum \dot{m}_{fnem} + \sum \dot{m}_{kömür} + \sum \dot{m}_{knemi} + \sum \dot{m}_{sürme} + \sum \dot{m}_{yakma} + \sum \dot{m}_{khava} =$$

$$\sum \dot{m}_{kaçakfarin} + \sum \dot{m}_{buhar} + \sum \dot{m}_{klinker} + \sum \dot{m}_{atıkhava} + \sum \dot{m}_{kül} + \sum \dot{m}_{yanma}$$

Döner fırına giren yarı mamul farin birebir olarak klinker maddesine dönüşmez. Çünkü farinin pişmesi aşamasında oluşan tepkimeler neticesinde farinin bir kısmı açığa çıkarken, geri kalan farin kömür külünün dahil edildiği kısım klinker hammaddesine dönüşmektedir. Çünkü döner fırın prosesinde yanma reaksiyonunu sağlayan yakıt olan kömürün %15'i oranında kül yanma sonucu döner fırın içerisindeki farinin içerisine girmektedir. Bu da oluşan klinkerin daha fazla üretilmesini sağlamaktadır. Bu sebeple doğalgaz ve ısı enerjisi yerine kömür yakıtının kullanılması klinker üretimi için daha faydalıdır.

Döner Fırın Enerji Analizi

Enerji korunumu ilkesi genel anlamda birim zamanda gerçekleşen iş veya ısı olarak döner fırın sınırlarında gerçekleşen toplam enerji ile birim zamanda kütleyle birlikte döner fırın sınırlarından çıkan toplam enerji arasındaki fark birim zamanda kütle ile birlikte döner fırın bölümüne giren toplam enerjiye eşittir şeklinde ifade edilebilir. Bu ifade aşağıdaki şekilde formüle edilebilir.

$$Q\text{-}W = \sum \dot{m}_ç Q_ç - \sum \dot{m}_g Q_g$$

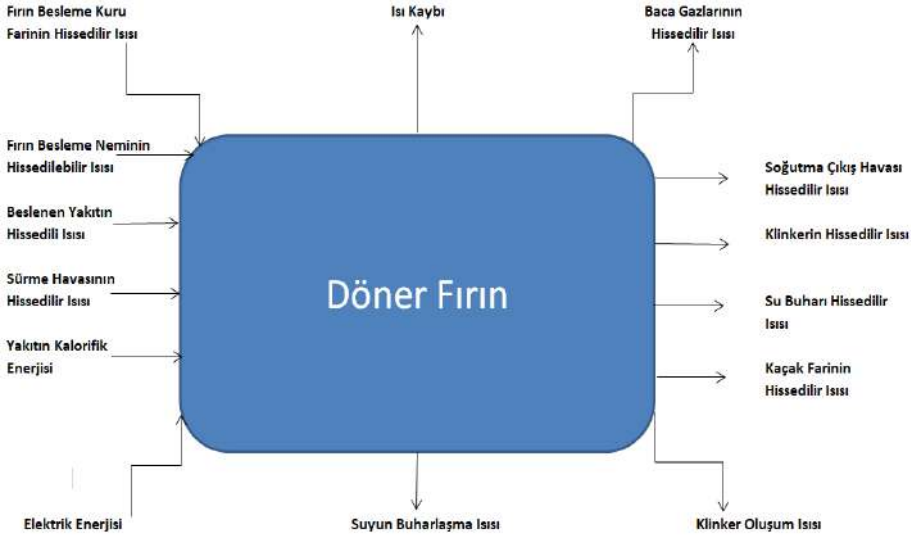
Toplam enerji, entalpi, kinetik enerji ve potansiyel enerjinin toplamıdır. Matematiksel olarak,

$$Q = h + ke + pe$$

şeklinde ifade edilir. Böylece enerjinin korunumu ilkesi;

$$Q\text{-}W = \sum \dot{m}_{ç} \left(h_{ç} + \frac{V_{ç}}{2} + g z_{ç}\right) - \sum \dot{m}_{g} \left(h_{g} + \frac{V_{g}}{2} + g z_{g}\right)$$

Şekil 2: Döner Fırın Prosesine Giren ve Çıkan Isı Cinsleri



Tablo 6: Döner Fırına Giren ve Çıkan Enerjiler

Döner Fırına Giren Enerjiler (kj/h)	Döner Fırından Çıkan Enerjiler (kj/h)
Fırın Besleme Kuru Farinin Isısı	Baca Gazlarının Isısı
Fırın Besleme Neminin Isısı	Soğutma Çıkış Havası Isısı
Kömürün Isısı	Klinkerin Isısı
Sürme Havasının Isısı	Su Buharı Isısı
Yakıtın Kalorifik Enerjisi	Kaçak Farinin Isısı
Elektrik Enerjisi	Isı Kaybı
TOPLAM Giren Enerji=TOPLAM Çıkan Enerji	

Döner fırına giren ve çıkan enerjilerin matematiksel ifadesi aşağıdaki gibi formüle edilmiştir.

$$\sum \dot{m}_{g} h_{g} = \sum \dot{m}_{ç} h_{ç}$$

$$\sum \dot{m}_{farin} h_{farin} + \sum \dot{m}_{kömürhkömür} + \sum \dot{m}_{primerhava} h_{primerhava} + \sum \dot{m}_{soğutmahavası}$$

$$= \sum \dot{m}_{klinker} h_{klinker} + \sum \dot{m}_{sıcakgaz} h_{sıcakgaz} + \sum \dot{m}_{toz} h_{toz} + \sum \dot{m}_{atıkhava} h_{atıkhava} + \sum \dot{m}_{subuharı} h_{subuharı}$$

Döner Fırın Enerji Verimliliği

Döner fırının enerji verimliliği, döner fırından çıkan maddelerin toplam enerjisinin, döner fırına giren maddelerin toplam enerjisine oranı olarak tanımlamak mümkündür. Enerji verimliliğinin matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir.

$$\eta = \sum \frac{\dot{m}_ç \, Q_ç}{\dot{m}_g \, Q_g}$$

Döner Fırın Ekserji Analizi

Ekserji verimliliği üzerine yapılan birçok araştırma çimento üretim prosesi üzerinedir. Yapılan bu çalışmalar döner fırın prosesinde enerji, ekserji ve exergoekonomik analizleri olarak sıralanabilir.

Ekserji kullanılabilir enerji olarak ifade edilebilmektedir. Yani kullanılabilir enerji, bir proseste iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır.

Döner fırın prosesinde hem fiziksel ekserji ve hem de kimyasal ekserji vardır.

$$Ex_{fiz} = (H-H_o) - T_o\,(S-S_o)$$
$$Ex_{kim} = RT_o \ln (P_{oo}/P)$$

Termodinamiğin 2. yasasına göre döner fırın sistemi sürekli akış halindeki kapalı sistem olarak göz önüne alındığı zaman ekserji verimliliği hesaplamaları için öncelikle çevre şartlarının belirlenmesi gerekmektedir. Çevre şartları T= 283 K ve çevreye referans olabilecek çevre basıncı P_o = 1 atm olarak dikkate alınmıştır.

Isıl kayıpları en aza indirerek termodinamik sistemlerde tasarruf yapılabilmektedir. Isıl kayıplar belirlenirken ekserji analizleri kullanılmaktadır. Bu yüzden ekserji analizlerinin önemi büyüktür.

Bir açık sistemin ekserji analizi yapılırken, sürekli akış hali göz önüne alınarak, sisteme giren ve çıkan materyaller arasında kimyasal olmayan reaksiyonların olması durumunda, atomik denge fiziksel akışla

ilişkilendirilir. Ancak döner fırın bölümünde ikinci siklonda başlayan ve soğutucu çıkışına kadar devam eden kalsinasyon ve sinterleme işlemleri nedeniyle, kütle akışlarında kimyasal reaksiyonlara bağlı faz değişimleri oluşmaktadır. Bu nedenle döner fırın bölümünde atomik dengeye bağlı ekserji analizleri yapılırken, fiziksel ekserji yanında kimyasal reaksiyonlar sebebi ile kimyasal ekserji de dikkate alınmıştır.

Ekserji transferi döner fırın fiziksel ve kimyasal ekserjilere bağlı oluşmaktadır. İş, kütle akışı ve ısı ilişkisine bağlı olarak ekserji akışını üç farklı tanımda açıklamak mümkündür. Döner fırın prosesinin ekserji analizleri yapılabilmesi için aşağıdaki ön değer kabul edilmiştir.

Prosesten çıkan baca gazları ideal gaz olarak varsayılmıştır.

Döner fırın bölümü sürekli akış olarak varsayılmıştır. Döner fırına giren ve çıkan maddelerin kinetik ve potansiyel ekserji değişimleri göz ardı edilecektir.

Enerjinin sürdürülebilirliği ve kullanılan enerjinin verimliliğini değerlendirebilmek için ekseji analizi yapmamız gerekmektedir.

Ekserji analizi sadece verimsiz kullanılan enerjiyi değil, aynı zamanda mevcut proseste gerçekleşen gelişme durumu olacak bölümleri de belirleme potansiyeline sahiptir.

Ölü Hal

Çevresi ile sistem termodinamik dengede ise sistem ölü halde denilebilir. Sistem ölü hal durumunda olması çevrenin sıcaklığı ve basıncına sahiptir. Kısa bir tanımlamayla sistem, çevresiyle ısı ve mekanik açıdan denge halindedir. Çevreye göre sistem karşılaştırıldığı zaman sistemin sahip olduğu kinetik ve potansiyel enerjileri sıfırdır. Sistem denge halinde iken, çevresiyle kimyasal reaksiyona girmez. (Rosen ve Dinçer, 2007).

Yok Olan Ekserji

Hal değişimi süresince ayrık bir sistem ekserjisi her zaman azalır veya sınırlı durum olan tersinir hal değişiminde sabit olarak kalmaktadır. Başka bir ifadeyle, ekserji asla artmaz ve gerçek hal değişimi sırasında yok olur. Bu ekserjinin yok olması olarak bilinmektedir.

$$X_{yokolan} = T_0.S_{üretim} >= 0$$

Ekserji yok oluşu, sistem üzerinde kaybedilen iş potansiyelini ifade etmektedir. Bu aynı zamanda tersinmezlik veya kayıp iş olarak ta adlandırılmaktadır.

Döner Fırın Ekserji Verimliliği

Döner fırın, ön ısıtıcı siklonlar ve soğutma ünitelerinden oluşan döner fırın prosesi ekserji verimini, prosesten çıkan yarı mamullerin toplam ekserjisinin, prosese giren yarı mamullerin toplam ekserjisine oranı olarak tanımlanır.

$$\eta=\sum \frac{E_c}{E_g}$$

LİTERATÜR ÖZETİ

Çamdalı ve ark. (2004), yapmış oldukları çalışmada, kuru tip döner fırın sistemlerinde termodinamiğin birinci ve ikinci ilkelerini hesaplamalarda kullanarak enerji ve ekserji analizlerini yapmış ve verimlilikleri hesap etmişlerdir. Yaptıkları çalışmanın ana amacı sistemdeki ısıl kayıpları en aza indirip üretimdeki girdi maliyetlerini minimize edip sistemin verimliliği yükseltmektir.

Farag ve ark. (2015), yapmış oldukları çalışmada, Mısır'da bir çimento fabrikasının enerji ve ekserji verimliliklerini incelemişlerdir. Yapılan inceleme sonucuna göre tüm prosesin enerji verimliliğini %41.6–%51.5 aralığında, ekserji verimliliği ise %26.8–%35.6 aralığında bulmuşlardır.

Söğüt (2009), yapmış olduğu çalışmada, Balıkesir'de bulunan çimento fabrikasının döner fırın prosesinde termodinamiğin 1. ve 2. yasasına göre enerji ve ekserji analizlerini yapmıştır. Ek olarak PRECO (Product Exergetic Cost) yöntemi ile sistemin ekserjetik verimini hesaplamıştır. Döner fırın prosesinde gerçekleştirmiş olduğu yedi günlük incelemelerde enerji verimliliğini %58.79 ve ekserji verimliliğini de %44.8 olarak bulmuştur. "ARGOMA", genetik algoritma yöntemi ile de sistemin ekserji verimini %47.57 mertebelerine artırabileceğini ve birim maliyetleri azaltabileceğini belirtmiştir.

Engin (1997), yapmış olduğu çalışmada bir çimento fabrikasında döner fırın sisteminin ısıl analizini yapmış, sistemin ısı bilançosunu incelemiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde en fazla ısı kaybının baca gazından kaynaklandığını ifade etmiştir. Gerçekleşen bu kayıpların klinker kurutulması aşamasında önemli ölçüde azaltılabileceğini ifade etmiştir. Ek olarak sistemin ısıl verimini %45.2 olarak hesaplamıştır. Döner fırının dış mantosu yüzeyindeki, ısıl kayıplarını engellemek üzere döner fırın yüzeyine borulardan oluşan bir sistem ile döner fırın ısısının suya geçirilmesi düşünülmüştür. Böylelikle fırın yüzeyinden kaybolan ısı enerjisinin de geri kazanılabileceğini belirtmiştir.

Sheinbaum ve Ozawa (1998), yapmış oldukları çalışmada 1982 ve 1994 yılları arasında gerçekleşen verilere istinaden, Meksika'da bulunan

çimento fabrikalarının enerji kullanım seviyelerini ve baca gazından atılan emisyon verilerini değerlendirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, sistemden atılan atıkların geri kazanım ısısı ile sisteme ait baca ve filtrelerdeki geliştirmeler sonucuna göre azaltmalar yapılabileceğini belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda sistemden atılan atık ısının tekrar sisteme verilmesi ile %28'lik bir enerji geri kazanımı ile baca gazından atılan emisyon verilerinde de %17.2'lik bir azalma olacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Kolip ve Savaş (2008),yapmış oldukları çalışmada, ön ısıtıcı prosesine sahip bir çimento fabrikası için kütle ve enerji hesaplamalarını çıkarmış ve enerji maliyetlerini hesaplamışlardır.

Price ve ark. (2011), Çin'de bulunan bir çimento fabrikasında yeni tip süspansiyonlu ön ısıtıcılı döner fırın için detaylı analiz yapmışlardır. Yaptıkları bu çalışmaya istinaden inceleme esnasında sistem üzerinden alınan verilerin incelenmesi sonucuna göre, kömür kullanımında azalmaya ve kirletici gazların sistem üzerinden atılmasında azalma sağlayacak sistem için önerilerde bulunmuşlardır. Kömür yakıldığında sistemdeki alev borusu üzerinden fazla hava kullanımını minimuma indirmek asıl amaçtır.

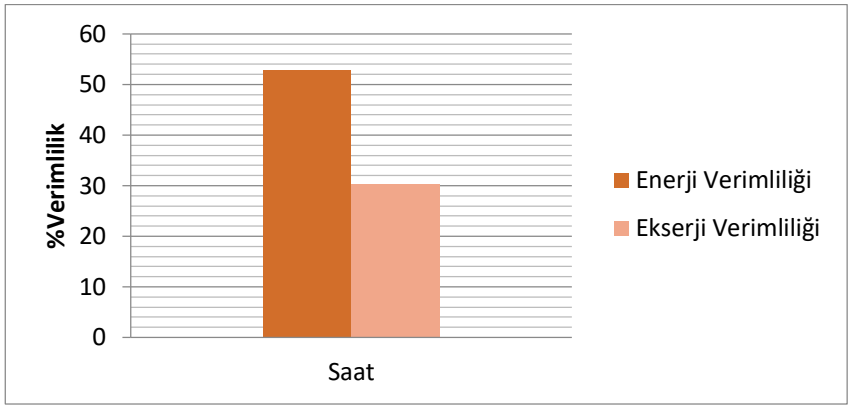
TARTIŞMA VE BULGULAR

Çimento fabrikasındaki üretimin ana aşamalarından olan döner fırın prosesinin enerji, ekserji, analizleri hesaplamalar ile belirlenmiş olup çıkarılan sonuçlara göre elde edilen değerler grafiksel olarak incelenmiştir.

Enerji ve Ekserji Analizi Değerlendirilmesi

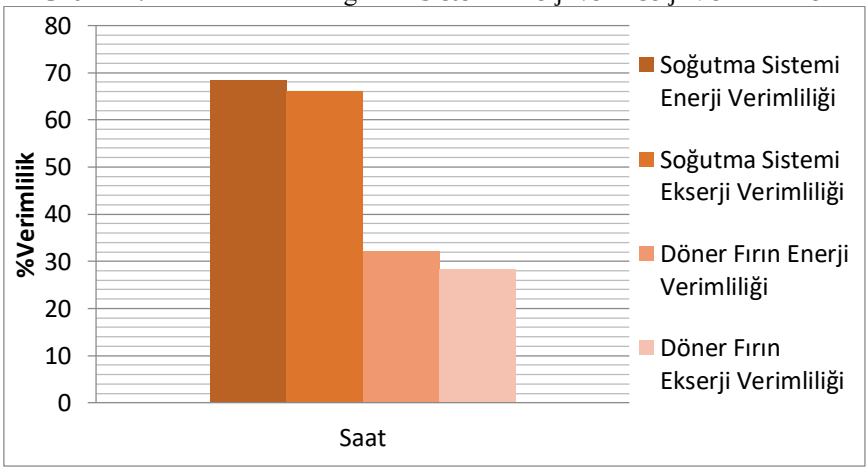
Döner fırın bölümü döner fırın, soğutma sistemi ve ön ısıtıcı sistemi olarak üç alt bölüme ayrılmaktadır. Döner fırın prosesinde enerji analizi yapılırken bu üç alt bölüm bir bütün olarak ele alınmıştır. Döner fırın prosesinin enerji verimliliği % 52.81 ve ekserji verimliliği ise % 30.41 olarak hesaplanmıştır. Enerji ve ekserji verimlilikleri Grafik 1'de gösterilmiştir.

Grafik 1: Döner Fırın Prosesi Enerji ve Ekserji Verimlilikleri



Döner fırın ve soğutma sistemi alt bölümleri tek tek incelendiğinde döner fırın ve soğutma sisteminin enerji verimlilikleri sırasıyla %32.19 ve %68.40, ekserji verimlilikleri ise %28.45 ve %66.12 olarak hesaplanmıştır. Grafik 2'de ayrı ayrı olarak döner fırın ve soğutma sisteminin enerji ve ekserji verimlilikleri gösterilmiştir.

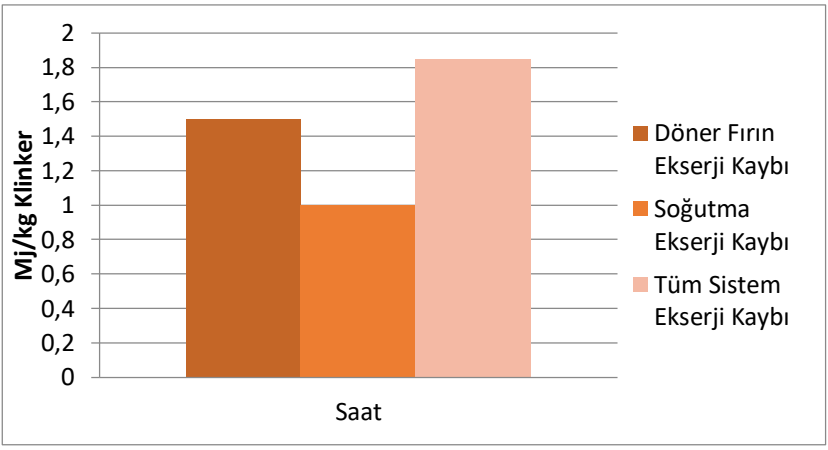
Grafik 2: Döner Fırın ve Soğutma Sistemi Enerji ve Ekserji Verimlilikleri



Hesaplanan kayıpların değerlendirilmesi enerji ve ekserji analiz sonuçları ile açıklanabilir. Yapılan hesaplamalar ile değerlendirme yapılabilmesi için kayıp olarak gösterilen potansiyelin açıklamasının yapılması gerekmektedir. Kaybolan ekserji, sürecin verimsizliğinin değerlendirilmesinde faklı bir izlenim olarak görülebilir. Gerçek kayıpların incelenmesine yönelik olarak, enerjinin kayıpları arasında bir değerlendirme yapılması, üretim sırasında oluşan verimsizliklerinin incelenmesinde önemli bir parametre olabilir. Döner fırın proseslerinde

enerji ve ekserji analizi ile ilgili yapılan hesaplamalarda elde edilen veriler, yukarıdaki yaklaşımı teyit etmektedir. Grafik 3'te döner fırın, soğutma sistemi ve tüm sistemin ekserji kayıpları gösterilmiştir.

Grafik 3: Ekserji Kayıpları



Döner fırın prosesinin ekserji verimliliğinin artırılması demek sistem üzerindeki kayıpların azaltılması ile doğru orantılıdır. Bu da çimento fabrikalarında kullanılan yoğun enerji tüketimi gerçekleştiren döner fırın prosesinin enerji tüketiminin aza indirilmesi ve bu süreç sonunda oluşan çimento ürününün birim maliyetlerinin azalması anlamına gelmektedir. Bu süreçte çimento üretiminde birim maliyet olarak büyük miktarda tasarruf sağlanacaktır. Döner fırın prosesini bir bütün olarak düşündüğümüz zaman ekserji verimliğinin artırılması ve sistemin ısıl kayıplarını aza indirmek için döner fırının farklı bölümleri dikkate alınmıştır.

Döner fırın üretim prosesinin önemli bölümlerinden biri ön ısıtıcı bölümüdür. Çimentonun yarı mamulü klinkerin üretim aşamasının en önemli parametresi sıcaklık ve basınçtır. Klinker üretim kapasitesine göre ön ısıtıcı sistemi tasarımı yapılır. Ön ısıtıcı sisteminde siklon yarıçapları, siklon hacimleri ve kalsinasyonun gerçekleştiği kalsinatör hattının mesafesi ve yarıçapı proses için oldukça önemlidir. Belirtilen bu parametrelerdeki hatalar, gerektiğinden fazla yakıtın yanmasına ve üretim prosesinin enerji verimliliğinin azalmasına sebep olur. Ön ısıtıcı hattındaki siklon basınçlarındaki değerler dizayn değerlerinden daha yüksektir; dolayısıyla yakıtın yanması sonucu açığa çıkan sıcak gaz ön ısıtıcı hattında sıcak farin ile gazın enerji transferinin süresini olumsuz yönde etkilemektedir. Her bir siklon kademesinde sıcak gaz optimum zamanda kalması gerekmektedir. Sistemde oluşan basınç ve sıcaklık kayıpları üretim prosesini ve verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Gaz

hızının yüksek olması yakıtın daha fazla tükenmesine ve böylece döner fırın prosesi veriminin azalmasına sebep olmaktadır. Ön ısıtıcı hattındaki yüzey ısı kayıplarının ve kaçak hava miktarlarının azaltılması gerekmektedir.

Döner fırın sisteminin en önemli parametresi yakıt hava karışımı, kömürün spesifik özelliği, kömür sevk sistemleri ve sevk hızı, alev borusunun özellikleri, fırın içerisinde fırın çevresinde örülen refrakter tuğla özellikleri, fırın içerisine giren farin ve fırın içerisindeki sistem gaz dengesi döner fırının üretim verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Sistemde kullanılan yakıt-hava dengesi sistemdeki yanma verimliliğini etkileyen en önemli bir unsurdur. Etkili bir alev sıcaklığı elde etmek için gereğinden fazla veya az hava verilmemesi gerekmektedir. Yanma verimliliği düştükçe üretim kapasitesini korumak için daha fazla yakıt tüketimi gerekir. Hava ve yakıt karışımı optimum düzeyde tutulması gereklidir. Döner fırına giren sistem yakıtı kömürün özellikleri de oldukça önemlidir. Uçucusu düşük kömürün yanma verimliliği de düşüktür. Döner fırın prosesinde düşük uçuculu petrokok kullanılmaktadır. Böylelikle sistemde tam yanma verimliliği sağlanamamaktadır. Tüm bu koşullara bağlı olarak yakıt sarfiyatı artmakta olup, enerji verimliliği azalmaktadır.

Döner fırına giden kömür sevk sitemlerindeki oluşabilecek mekanik veya elektriksel nedenlerden dolayı kömür sevk kantarlarındaki vibrasyonun artması sisteme giren kömür miktarında farklılıklara yol açmaktadır. Döner fırına giren kömürün anlık olarak yüksek ve düşük oranda beslenmesi üretim prosesinin verimini olumsuz etkilemektedir. Döner fırın sistemi içerisinde yer alan alev borusu döner fırına giren kömürün yanmasını sağlayan sistemdir. İncelenen bu proseste yüksek kapasiteli alev borusu kullanılmaktadır. Alev borusunda alev fonksiyonunu ayarlayan çevresel ve merkezde bulunan kömürün yanmasını sağlayan hava kanalları bulunmaktadır. Fırın içerisine sevk edilen kömürün yanması için hava kanallarının basıncının ayarlanması ve istenilen alev formatına uygun olması gerekmektedir. Basınç ayarlarının fazla olması gereğinden fazla hava gönderilmesi alev sıcaklığının düşmesine neden olacaktır. Bu da yakıtın yanma verimliliğini olumsuz yönde etkileyecektir.

Döner fırın içerisine örülen refrakter tuğlalar iki farklı malzemeden oluşur. Döner fırınlarda MgO içeriği %85'ten fazla olan magnezit tuğla ve alüminyum içeriği %50'den fazla olan alümina tuğlalar kullanılmaktadır. Sistemde kullanılacak tuğlaların teknik özellikleri sistem değerlendirilmesi açısından önemlidir. Kullanılan refrakter tuğla fırın içerisinde kalın anzast tutarak fırın çapını daraltmakla beraber, fırın gaz dengesinin bozulmasına sebep olmaktadır. Ek olarak kullanılan tuğlanın refrakter olmasından

dolayı sistem içerisindeki ısıyı dışarıya vermesi daha fazla yakıt tüketimine sebep olmaktadır.

Fırın içerisindeki gaz dengesi oldukça önemlidir. Fırın içerinde 1.600 °C ye ulaşan gaz, hızlı bir şekilde fırını terk ederse, sıcak gazın fırın içerisinde kalma süresi azalır ve fırın içerisinde kalsine olmuş farin ile yeterli ısı transferi gerçekleşmemiş olur. Fırın içerisindeki gaz hızı fazla olmasından dolayı bu hızı düşürmek için sisteme dahil olan oksijen miktarına göre asgari %3 düzeyinde fırının giriş basıncı ve çıkış gazı devri ayarlanmalıdır.

Soğutma sistemi bölümü döner fırın prosesinin en önemli aşamasıdır. Bu proseste verimliliği etkileyen parametreler; soğutma fanlarının hava debileri, kamara basınçları, sekonder hava sıcaklığı, soğutma hızı, soğutma çıkış sıcaklığı ve klinker çıkış sıcaklığıdır. Soğutulan hava miktarı soğutma sistemi sürecinde kullanılan soğutma fanları sayesinde gerçekleştirilmektedir. Üretilen klinker başına düşen hava miktarı soğutma sistemi için oldukça önemlidir. Yapılan ölçümlere istinaden bu değer 2,01 kg/m^3 olarak bulunmuştur. Bu tip soğutma sistemlerinde gerçekleşmesi beklenen hava debisi 1,90 – 2,15 kg/m^3 mertebelerindedir. Ölçülen hava debisinin, gerçekleşmesi beklenen hava debisi üst sınırına yakın olması sonucu mevcut sisteme giren soğuk hava miktarı artar ve bu da sekonder hava sıcaklığının azalmasına neden olur. Bu durum döner fırın sistemine giren sıcak havanın azalmasına ve döner fırında kullanılanacak yakıt miktarının artmasına sebep olur. Soğutma sisteminin verimli olması, döner fırın prosesinde üretilen klinker sevk hızının hızlı olmasını ve bu sayede sıcak klinkerin daha hızlı bir şekilde sistemi terk etmesini sağlayacaktır. Bu da sistemde mevcut olan enerjinin daha fazlasının dışarıya atılmasına sebep olacaktır. Sistemdeki klinker sıcaklığı yapılan ölçümler sonucunda yaklaşık olarak 100°C olarak bulunmuştur. Bu sıcaklığın bu tür soğutmalarda 100°C'den küçük olması gerekmektedir. Soğutma sisteminde elde dilecek sekonder sıcaklık ise 1100 – 1200°C aralığında olmalıdır. Yapılan ölçümler sonucu sistem üzerinde yapılan ölçümlere istinaden sekonder sıcaklık yaklaşık 1030°C olarak ölçülmüştür. Ölçülen sıcaklık olması gereken değerden düşük çıkmıştır. Bu sebeple döner fırın içerisine giden gaz sıcaklığı normalden düşük olmaktadır. Buna istinaden tüketilen yakıt miktarı artmaktadır. İncelenen sistemde bu değer artırılarak sistemin verimi yükseltilebilir.

Soğutma sisteminin çıkış sıcaklığı soğutmanın performansını, dolayısıyla bu sayede tüm döner fırın prosesinin verimini etkilemektedir. Soğutma çıkış sıcaklığı soğutma hava dengesinin ve soğutma hızının ayarlanamaması sonucu artmakta ve bu da enerjinin daha fazla dışarı atılmasına yol açmaktadır. Yapılan ölçümlere göre elde edilen soğutma

sistemi çıkış sıcaklığı 314 °C'dir. Bu sıcaklığın normalde 250-300°C aralığında olması gerekmektedir. Bu sebeple soğutma hızı azaltılmalı ve klinkerin yatak kalınlığı düzeltilmelidir. Ek olarak soğutma hattında gerçekleşen hava kaçakları da en aza indirilmelidir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çimento fabrikasında döner fırın proseslerinde gerçekleşen çalışmaya istinaden enerji, ekserji analizleri yapılmış olup yapılan değerlemeler aşağıdaki gibidir.

Yapılan çalışmalara göre döner fırının ekserji verimliliğinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Enerji kayıplarını önlemek için döner fırın prosesi üstünde farklı enerji optimizasyonların yapılması ve bu optimizasyonun sistemde anlık takip edilmesi öngörülmüştür. Sistemde ön ısıtıcı prosesinde basınç kayıplarının engellenmesi sistem verimliliği açısından fayda getirecektir.

Satınalınan kömürün teknik özellikleri satınalma esnasında ve kalite açısından satınalma aşamasında iyi değerlendirilmelidir.

Soğutma sisteminde soğutma çalışması optimizasyonları yapılarak soğutma sisteminden çıkan çimento hammaddesi klinker ve sistemdeki bacadan atılan atık gaz miktarının hem sıcaklık hem de miktar olarak minimuma indirilmesi uygun olacaktır. Soğutma fanlarında kamaralardaki hava sızdırmazlığını sağlayan sistemlerden kaynaklanan ve diğer kamaralara hava geçişlerinin azaltılarak klinkerin soğutma yüzeyinde eş değer olarak paylaştırılması gerçekleştirilmelidir.

Döner fırının en önemli parçası olan alev borusunun, uçucusu düşük olan kömürleri daha verimli yakabilmesi için gelişmiş ve hava ihtiyacı düşük olan alev borusu ile değiştirilmesi uygun olacaktır. Bu durum oluşacak yatırım maliyetini artıracaktır.

Kömür sistemlerinin besleme sırasında hassas çalışabilmesi için kantar ve sistem kalibrasyonlarının belirli periyotlarda yapılması gerekmektedir. Kalibrasyonların yapılmadığı zaman kömür besleme miktarlarındaki salınımlar sisteme beslenecek olan kömürü homojen olarak vermez, bu durumda enerji verimliliği gerçekleşmez.

Her bir akışa ait sıcaklık değerleri en uygun değerlerde olmalıdır.

Rekabetin yoğun yaşandığı ve enerji sarfiyatının fazla olduğu çimento sektöründe birim maliyet analiz hesaplamaları oldukça önemlidir. Rakip firmaların birbirleri ile rekabet edebilmesi için ürün birim maliyetlerini azaltmaları gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. KHD Humboldt Wedag Engineering Pyroprocess Presentation, July 2007, Erişim: 01.11.2019

2. Dinçer, İ., Rosen, M. A., 2007, "Exergy, Energy, Environment and Sustainable Development. Elsevier Science", 576.

3. Çamdalı, Ü., Erişen, A., Çelen, F., 2004, "Energy and exergy analyses in a rotary burner with pre-calcinations in cement production. Energy Conservation and Management", 45 (18-19): 3017-3031.

4. Farag, L. M., 1990, "Thermal evaluation of cement dry process with complete kiln exit gases removal through bypass", Zement- Kalk- Gips. 43 (11): 542-549.

5. Söğüt, M.Z., 2009, "Çimento Sektöründe Döner Fırın Prosesinin Eksergoekonomik Optimizasyonu", Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 240s, Balıkesir.

6. Engin, T., 1997, "Çimento Fabrikalarındaki Döner Fırın Sistemlerinin Isıl Analizi. I. Makine Mühendisliği Kongresi", İTÜ Makine Fakültesi, İstanbul.

7. Sheinbaum, C.,Ozawa, L., 1998, "Energy use and CO_2 emissions for Mexico's cement industry. Energy", 23, 9, 725-732.

8. Kolip, A., Fevzi, A.F., 2008, "Dört Kademeli Paralel Akışlı Ön Isıtıcı Siklonlu Çimento Fabrikasında Kütle ve Enerji Denkliklerinin Matematiksel Modellenmesi", Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 12, 1, 49-60.

9. Price, L., Hasanbeigi, A. and Zhou, N., 2011, "Increasing Energy Efficiency and Reducing Emissions from China's Cement Kilns: Audit Report of Two Cement Plants in Shandong Province, China", Berkeley Lab LBNL-5583E.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

AMPÜTE EDİLMİŞ AŞIRI KİLOLU HASTALAR İÇİN TASARLANMIŞ PROTEZ ÖLÇÜ ALMA CİHAZI TASARIMI

Prosthetic Measurement Device Design for Amputated Overweight Patients

Ali Koray Özgün[1*] & Orhan Erden[2] & H.Rıza Börklü[2]

1.Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ortez-Protez Bölümü
2.Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü
**Sorumlu yazar: kozgun@ankara.edu.tr*

Öz: Giriş ve Amaç**:** Günümüzde ampütasyon ameliyatı geçirmiş hastalarda protez kullanımı artış göstermektedir. Ampütasyon sonrası uygun protez yapımına kadar geçen sürede hastalarda başta hareket kısıtlılığı olmak üzere çeşitli sebeplerle kilo artışı görülmektedir. Protezin yapım aşamasında kilo fazlalığı olan hastalarda, kasların zayıflaması ile birlikte sağlık teknikleri tarafından ölçü alınması zor olmaktadır. Bu durumda teknik personelin işini rahat yapabilmesi ve hastanın da uzun süren bekleyişlerde konforu düşünüldüğünde ölçü alma cihazları bu konuda yardımcı olacaktır. Bu çalışmanın amacı, 180 kg ağırlık ve 150 cm kalça genişliğine kadar olacak şekilde, kadın ve erkek aşırı kilolu ampüte hastalarda sağlıklı bir şekilde ölçü alınması ve yapılan protezin uygulanma aşamaları için yeni bir ölçü alma cihazı tasarlamaktır. Cihaz Autodesk® AutoCad-2016 3D Programında tasarlanmıştır. Tasarlanan bu cihazın hastaların kullanımı için ve sağlık profesyonellerinin hastalar üzerinde çalışırken daha rahat etmesi için üretime geçilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Protez, Ölçü alma aparatı, aşırı kilolu ampüte

Abstract: Today, prosthesis use is increasing in patients who have undergone amputation surgery. After the amputation, weight gain is seen in various patients, especially for limitation of movement. In patients with excess weight during the construction of the prosthesis, it is difficult to measure by health techniques with weakening of the muscles. In this case, technical personnel can do their job comfortably and the patient's comfort in long-term waiting for the measurement devices will help in this regard. The aim of this study, was to design a new measuring device for the measurement of the prosthesis in a healthy way in female and male overweight amputated patients with a weight of 180 kg and a hip width of 150 cm. The device is designed in the Autodesk® AutoCad-2016 3D Program. It is thought that this device is designed to be used for patients and for health professionals to be more comfortable while working on patients.

Keywords: Prosthesis, Measuring apparatus, overweight amputee

GİRİŞ

Aşırı kilo, yiyeceklerden alınan enerjinin, harcanan enerjiden fazla olması sonucu vücut yağ kütlesinin artmasına bağlı metabolik bir hastalıktır (Akbulut GÇ et al., 2015). Başta gelişmiş ülkeler olmak üzere tüm dünyada aşırı kiloluluk gün geçtikçe artmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) verilerine göre Türkiye'de aşırı kiloluluk görülme sıklığı; 2017 yılında erkeklerde %13,7, kadınlarda ise %20,9 ve toplamda ise %17 olarak raporlanmıştır (TUIK,2017). Aşırı kilolu olan kişilerde başta tip 2 Diabet, Hiper tansiyon, kardiyovasküler hastalıklar ve kanser olmak üzere pek çok hastalık görülmektedir (Kurdibaylo SF,1997). Sayılan hastalıklar aşırı kilolu bireylerin engelli adayı olma potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Türkiye'de yapılan çalışmalara göre fiziksel ve bedensel engelli oranı %12,29 olarak verilmiştir. Bu oranın %1,4 ünün ise ortopedik engelli olduğu görülmüştür. Verilere dayanarak Türkiye'de 2 milyondan fazla ortopedik engelli olduğu söylenebilir. Dünya'da ise bu rakam 500 milyonu bulmaktadır(Burcu E.,2011). Ortopedik engele çeşitli hastalıklar ve genel olarak ampütasyonlar neden olur. Ampütasyon vücutta bulunan bir uzvun veya organın kesilip dışarı çıkarılma işlemidir. Ampütasyon sebepleri yaygın olarak sırasıyla; Travma vakaları, vasküler sorunlar ve tümör neden olmaktadır (Erin S,2013).

Türkiye'de ve Dünyada aşırı kilo neden olduğu hastalıklar ve ortopedik engelli olma nedenlerine bakıldığında birbirleri ile örtüştüğü görülmektedir. Ortopedik engelli bireylerin eski hayat standartlarına geri dönmeleri için protez kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Bu bağlamda hem ortopedik engelli (ampüte) hem de aşırı kilolu bir bireyin protez kullanmak istemesi gayet doğaldır. Bu gibi bireylere protez yapılırken dikkat edilmesi gereken birden fazla husus vardır. Bunların başında protez yapılmaya başlamadan önce ölçü almaya bireyi hazırlamaktır. Doğru alınan ölçü en iyi sonuca hızlı bir şekilde ulaştırır(Şener G.,2001).

Aşırı kilolu bireylere protez yapan sağlık profesyonellerinin en çok zorlandıkları kısım ölçü alma işlemidir. Bireylerde bulunan aşırı yağ dokusu, kemik çıkıntılarının bulunamaması ve aynı zamanda uzun süre hareketsizlikten zayıflamış kaslar, teknik personelin işini tam anlamıyla yapmasına izin vermez (Sergey F.,1996). Ölçü alma işlemi hastanın durumuna bağlı olarak 30-45dk arasında sürmektedir(Erdem H.,1996). Yeni nesil tarama işlemlerinde ise bu süre oldukça kısalmıştır (Dieter G.,2005)



Resim 1. Aşırı kilolu Diz üstü ampüte hasta ölçü alınması

Literatüre bakıldığında farklı işler için tasarlanan lift veya kaldırmaya yardımcı cihazları olmasına rağmen, aşırı kilolu ampüte hastalar için tasarlanmış ölçü alma cihazına rastlanmamıştır. Bu gibi durumlarda sağlık profesyonelleri anlık ve geçici çözümler ile ölçü işlemini başarıyla tamamlamaya çalışırlar (Resim 1).

MATERYAL – YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı, sağlık alanında protez yapımında çalışan teknik personelin iş verimi artırmak ve yapımdan kaynaklanan hasta odaklı sorunları ortadan kaldırıp çözüme ulaştırmaktır. Cihaz 180 kg ağırlık ve 150 cm kalça genişliğine kadar olacak şekilde, kadın ve erkek aşırı kilolu ampüte hastalarda sağlıklı bir şekilde ölçü alınması ve yapılan protezin uygulanma aşamaları için yeni bir ölçü alma cihazı tasarlamaktır. Cihaz Autodesk® AutoCad-2016 3D Programında tasarlanmıştır. Tasarlanan aparatın teknik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Tasarlanırken *Hakamiun Et Al.* Patent yöntemi ve *Şekerçioğlu T.* Makine elemanları hesaplamaları dikkate alınmıştır.

Tablo 1. Tasarlanan Aparatın Teknik Özellikleri

Teknik Özellikler	
Boyut	160 x 100 x 180 cm
Taşıma Kapasitesi	180 Kg
Oturma Yüksekliği	110 cm
Oturma Kapasitesi	150 cm
Bar yüksekliği	Ayarlanabilir
Ön ve Arka Tekerlekler	Konik Rulmanlı,50mm çapında çift döner, Stoplu Tekerlek
Ağırlık	30-35Kg
Şase	Çelik, galvaniz ve krom kaplama
Oturma ve tutma alanı	Eva Sünger
Ortalama maliyet	2250-2750 TL

Tasarlanan cihazın teknik görünüşü Resim 2'de verilmiştir.



Resim 2. Tasarlanan cihazın teknik görünüşü

SONUÇ- TARTIŞMA

Sonuç olarak piyasada bulunan ölçü alma aparatlarından bazıları Resim 3 ve Resim 4'te görünmektedir. Resimde görünen aparatlar yerel protez piyasasında oldukça yaygın kullanılmaktadır. Resim 3'te görünen tabla hastalar için emniyetsiz ve aynı zamanda sadece alt ekstremite ampüte hastalarda kullanılmaktadır. Resim 4'te görünen ise yüksek ve kullanışsızdır aynı zamanda sadece diz altı ve üst ekstremite de kullanılabilir. İthal olanların fiyatları oldukça yüksektir.



Resim 3. Piyasada bulunan yerli ölçü alma aparatı



Resim 4. Piyasada bulunan ithal ölçü alma aparatları

Tablo 2. Tasarlanan cihazın artıları ve eksileri

ARTI YÖNLERİ	EKSİ YÖNLERİ	FIRSATLARI
Üretim maliyeti düşüktür.	Ağırlığı fazladır	Üretilmiş çeşitli ölçü alma sehpalarının aksine uygulayıcının çoğu isteğini karşılamaktadır.
Ergonomiktir.	Yer Kaplar.	Tasarlanan bu cihaz ile 3D tarayıcıların işlerini de kolaylaştırması planlanmaktadır.
Modifikasyonlara açıktır.		Verim artığından dolayı malzeme sarfiyatı azalacaktır.
Kullanımı kolay ve taşınabilir.		Yerli ve Millidir.
Üretimi kolaydır.		Muadili fazla bulunmamaktadır.
Protez yapımında hata payını azaltır.		
İş verimliliğini arttırır.		

Tasarlanan bu cihazın hastaların kullanımı için ve sağlık profesyonellerinin hastalar üzerinde çalışırken daha rahat etmesi için üretime geçilmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Akbulut G.Ç, Özmen MM, Besler T. Çağın Hastalığı Obezite. Bilim ve Teknik Dergisi. Tübitak. 2007; Mart: 2-15
2. TUİK, 2017. Türkiye Sağlık Araştırması, 2016. Sayı: 24573 31 Mayıs 2017)
3. Kurdibaylo SF. Obesity and metabolic disorder in adults with lowerlimb amputation. J Rehabil Res Dev 1996;33(4):387–94
4. Burcu, E. (2011). Türkiye'de engelli bireylere ilişkin kültürel tanımlamalar: Ankara örneği. Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi, Haziran, cilt 28:, sayı:1, 37-54.
5. Sergey F. Kurdibaylo, MD, Obesity And Metabolic Disorders İn Adults With Lower Limb Amputation, Journal Of Rehabilitation Research And Development Vol . 33 No. 4 October, 1996 Pages 387-394
6. Erin Sutton, B. M. E., Gaussa, E., Staubach, S., & Busch, L. Prosthetic Prescription for an Obese Patient: A Case Report. Mayıs 2013
7. Stewart CP. Lower limb prosthesis weight limitation. ProsthetOrthot Int 1996;20(3):195–6

8. Dieter, G. E., Schmidt, L. C. 2009. Engineering Design, 4th Edition, Mcgraw-Hill, New York.
9. Şekercioğlu, T. 2015. Makine Elemanları Hesap Şekillendirme, 2.Baskı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
10. Şener, G., Erbahçeci F., Protezler Ankara, 2001
11. Erdem H., Ekstremite Protezleri, Ankara, 1996
12. Hakamiun Et Al., PATIENT LIFT, United States Patent, US 6,289,534 B1, Sep. 18, 2001

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

PV PANELLERİN TERMOGRAFİ YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

Investigation of PV Panels with Thermography Method

İlhan Ceylan[1] & Gökhan Yıldız[2] & Alper Ergün[3] Ali Etem Gürel[4]

1 (Prof. Dr.); Karabük Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Karabük-Türkiye, ilhancey@gmail.com
2 Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce-Türkiye, gokhan.yildiz1987@hotmail.com
3 (Dr. Öğr. Üyesi); Karabük Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Karabük-Türkiye, alperergun@karabuk.edu.tr
4 (Doç. Dr.); Düzce Üniversitesi, Teknoloji Mühendisliği, Makine ve İmalat Mühendisliği, Düzce-Türkiye, etemgurel@gmail.com

Öz: Dünya genelindeki hızlı nüfus artışı, teknolojik gelişmeler, yaşam standartlarındaki artış vb. değişimler özellikle son yüzyılda global enerji tüketimini büyük bir hızla artırmıştır. Bu hızlı artış, fosil kökenli enerji kaynaklarının büyük bir hızla tükenmesine yol açmıştır. Fosil kökenli kaynakların kullanımından kaynaklanan sera etkisi ve küresel ısınma dünya için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Güneş enerjisi, fosil kökenli yakıtların bu olumsuzluklarını ortadan kaldırabilmek adına önemli bir alternatiftir. Özellikle güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çevirebilen güneş hücrelerinden oluşturulan PV paneller oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. PV panellerin kullanımındaki en büyük problemlerden biri dış etkenler başta olmak üzere birçok faktörden etkilenebilmeleridir. Bu çalışmada, uygulamada karşılaşılan sorunların PV panellerin çalışması üzerindeki etkisini ve bunların kontrol ve tespitinde termal kamera uygulamalarının kullanılması incelenmiştir. Temel olarak termal kamera, kızılötesi dalga boyu spektrumunda, ekipmanla doğrudan temas gerçekleştirmeksizin sıcaklık modellerini algılayan bir cihazdır. Görüntüleme yöntemi olarak gözle görülemeyen IR enerjiyi (ısıyı) esas alan ve görüntünün genel yapısını IR enerjiye göre oluşmuş renkler ve şekillerin belirlendiği bir görüntüleme sistemidir. Termal kamera uygulaması çıplak gözle tespit edilemeyen, ancak ciddi sonuçlara yol açabilen küçük problemlerin net olarak görülmesini sağlayarak, güneş enerjisi sistemlerinde kullanılan oldukça etkili bir yöntemdir.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik, Termografi, Sıcak Nokta Tespiti, Maksimum Güç Noktası İzleme

Abstract: Rapid population growth in general of world, technological developments, increase in living standards etc. changes have increased rapidly global energy consumption in the last century. This rapid increase has led to a great rapid depletion of fossil energy sources. The greenhouse effect and global

warming resulting from the use of fossil-based sources pose a major threat to the world. Solar energy is an important alternative in order to eliminate these negative effects of fossil fuels. Especially, PV panels formed from solar cells, which can convert solar energy directly into electrical energy, are quite commonly used. One of the biggest problems in the use of PV panels is that they can be influenced by many factors, especially external factors. In this study, the effects of the problems encountered in the application on the operation of PV panels and the use of thermal camera applications in their control and detection are investigated. Basically, the thermal imager is a device that detects temperature patterns in the infrared wavelength spectrum without direct contact with the equipment. It is an imaging system based on the invisible IR energy (heat) as the imaging method and determining the general structure of the image and the colors and shapes formed according to IR energy. Thermal camera application is a highly effective method used in solar energy systems, which cannot be detected with the naked eye but can provide to be seen clearly with small problems which can cause serious consequences.

Keywords: Photovoltaic, Thermography, Hot Spot Detection, Maximum Power Point Monitoring

GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile birlikte enerjinin hayatımızdaki önemi artmaktadır. Bu gelişimin karşısına çıkan en büyük engel ise iklimsel sorunlardır ve ciddi kaygılara yol açmaktadır. Fosil yakıtlı kaynakların sonunun hızlı bir şekilde gelmesi ve çevrede bıraktığı tahribat nedeniyle fosil yakıtların kullanımı azaltılmaktadır. Yapılan planlamalarda yenilenebilir enerjinin ağırlığı kendisini göstermektedir. İşletme maliyeti ve enerjiye en ucuz ve en çabuk ulaşmak konusunda fotovoltaik sistemler öne çıkmaktadır. Güneşin olduğu her yerde elektrik üretmek mümkündür. Fotovoltaik sistemlerin en büyük dezavantajı kurulum maliyetlerinin yüksek olması ve verimliliklerinin düşük olmasıdır. Buda yatırım maliyetinin geri dönüş süresini etkilemektedir. Hem şebeke ölçekli güneş santrali kurulumları açısından hem de çatı potansiyeli bakımından önemli fırsatlar barındırır. Kurulan santrallerin beklenen verimi vermemesi, güç çıktılarının düşük olmasına, bu durumda maddi zararlara yol açmaktadır. Bunun sebebi olarak da birçok neden ortaya çıkmaktadır. Bu verim kayıplarını önlemek için uluslararası standartlara uygun olarak sistem güvenliklerinden ödün vermeden kurulumların yapılması ve düzenli olarak takip edilmesi gerekmektedir. Maksimum verimde çalışan santraller olabilmesi için kurulum aşamasında bazı önlemler alınır ve testler yapılır. Bu testlerin gerekli titizlikle yapılması santrallerdeki verimliliği arttıracaktır. Bu çalışmanın amacı fotovoltaik sistemlerde karşılaşılan ve karşılaşılabilecek sorunları öncesinde termografi yöntemi ile tespit etmek ve gerekli önlemleri alarak tesisin maksimum süre boyunca maksimum

güçte çalışmasını sağlamaktır. PV paneller, termal kamera uygulaması ile görüntülenerek fotovoltaik modüllerin seri ve paralel bağlanması, invertörlerin bağlantı şekilleri incelenmiştir.

Liu ve ark. yeni bir PV dizi bağlantı çeşidi sunarak sistemde hot spot arızasına sahip olan PV hücrelerinin yerini tespit etmek için kullanılan akım sensörlerinin sayısını minimize eden bir modelleme yapmıştır (Liu, Li, & Zhong, 2010). Jianeng ve ark. her paralel kolun akım ve gerilim değişimlerini analiz ederek hata pozisyonu tespit etmiştir (Jianeng, Yongqiang, & Wenshan, 2011). Hu ve ark. fotovoltaik panel arızalı olduğunda veya kısmi gölgeleme meydana geldiğinde, PV sistemi üretilen elektriksel güç ve termal profilin eşit olmayan bir dağılımını ve çoklu maksimum güç noktalarının (MPP) oluşumunu izlemiştir. Çalışmasında bir termal kamera yardımıyla optimize edilmiş bir MPP ile eşleştirmek için işlem noktasını değiştirmek üzere arıza tespiti ve yeni bir MPPT şeması geliştirmiştir. Deneysel olarak uygulanmış ve 600 Watt'lık PV'de yapılan testlerle sonuçlarını doğrulamıştır (Hu, Cao, Wu, Ji, & Holliday, 2014). Klaus ve ark. hot-spot hatalarının çalışma koşulları altındaki modüllerde sıcak noktalara neden olması ve bu tür hücrelerin üretilmesinden kaçınmak, üretim işlemlerinde optimizasyonun güvenilir bir şekilde tespit edilmesi için çok yönlü bir araç olarak kullanıldığını göstermişlerdir (Ramspeck, Schenk, Duphorn, Metz, & Meixner, 2014). Isenberg ve Warta maksimum güç noktası ve aydınlatma altında ölçülen güneş pillerindeki güç kayıplarının termal kamera görüntülerini analiz ederek bu tekniğin arkasındaki teori ile kıyaslayıp yöntemin güneş pillerindeki yerel güç kayıplarıyla doğru orantılı bir görüntü sağladığını belirlemişlerdir (Isenberg & Warta, 2004). Simon ve Meyer çalışmalarında kızılötesi termografi (IR), güneş enerjisi hücrelerinin yüzey sıcaklık dağılımını ters eğilim modundayken haritalandırmak için kullanmışlardır. Bazı hücrelerin, yüzeysel sıcaklıkta homojen olmadığı, lokalize ısıtma (sıcak nokta) ile sonuçlandığını tespit etmişlerdir (Simon & Meyer, 2010). Özakın ve ark. PV panellerinde oluşan ve enerji kaybına yol açan ısının sistemden uzaklaştırılmasını sağlayarak sistemin daha verimli hale getirilmesini amaçlamışlardır. Sistemlerde ısı transfer artırma elemanları olarak alüminyum ve bakır silindirik kanatlar veya bazı soğutucu akışkanlar kullanılarak gelişmeler ve sonuçlar termal kamera ile gözlemlenmiştir (Özakın, Yeşilyurt, & Yakut, 2017). Jaffery ve ark. fotovoltaik modülün termal görüntüleme kullanılarak dış ortam koşullarında çalışma sıcaklığını belirleyen bir yöntem sunmuşlardır. Dış mekanlarda deneysel bir kurulum oluşturulmuş ve PV modülünün kızılötesi görüntüleri bir Flir Kızılötesi kamera kullanılarak alınmıştır. Bu görüntüler, modülün sıcaklığını hesaplamak için nicel olarak işlenmiştir. Sonuçları doğrulamak için gerçek alan verileri mevcut teknikler

kullanılarak hesaplanan farklı sıcaklıklarda literatürde bulunan iyi kurulmuş ilişkilerin yardımıyla hesaplanan değerler karşılaştırılmıştır. Termal görüntüleme yöntemi kullanılarak hesaplanan parametrelerin, gerçek alan verilerine daha yakın olduğunu göstermişlerdir (Jaffery, Irshad, & Haque, 2018). Jaffery ve ark. güneş enerjisi modüllerinin uzun süreli güvenilirliğini korumak ve güç çıkışını en üst düzeye çıkarmak için modüllerde arızaların erken bir aşamada teşhis edilmesi gerekmektedir. Kızılötesi termografi kullanılarak güneş modüllerinde arıza teşhisi için kapsamlı bir algoritma sunmuşlardır (Jaffery, Dubey, Irshad, & Haque, 2017). Chattopadhyay ve ark. fotovoltaik (PV) modüllerin elektrik performansındaki bozulma, genellikle kızılötesi (IR) termografide sıcak noktalar olarak görülen modüllerdeki solar hücrelerin ve laminat malzemelerin bozulmasına bağlıdır. 2016 yılında Fotovoltaik Modül Güvenilirliğinin Tüm Hindistan Anketi sırasında kontrol kristalli silikon kapsülleri IR verilerinin analizi, bu modüler elektrik bozulma ile korelasyonu birlikte, bu çalışmada sunulan çalışmalardır. PV modüllerinde termal uyumsuzluk, en yüksek hücre sıcaklığı ve temsili modül sıcaklığı arasındaki farka dayanarak bir Termal Uyumsuzluk İndeksi açısından ölçmüşlerdir (Chattopadhyay, Bhaduri, Dubey, & Zachariah, 2016). Dhimish ve ark. lekelenmeye bağlı yüksek PV hücre sıcaklığı, hücre kapsüllenmesine zarar verebilir ve her ikisi de PV panelinde kalıcı hasara neden olacak şekilde ikinci bozulmaya yol açabilir diyerek iki sıcak nokta azaltma tekniğinin tasarımı ve geliştirilmesi basit, maliyetsiz ve güvenilir bir yöntem kullanılmasını önermişlerdir. İncelenen PV sistemindeki sıcak noktaların tespitini, termal kamera kullanımıyla incelemişlerdir (Dhimish, Holmes, Mehrdadi, Dales, & Mather, 2018). Teubner ve ark. Fotovoltaik (PV) tesisler için bir test metodu geliştirmişler. Kızılötesi (IR) ölçümlü hava sistemi ve modül seviyesinde bir izleme sistemi, bir PV tesisinde PV panellerinin düzensizliklerini tespit etme yetenekleri bakımından karşılaştırmıştır (Teubner, ve diğerleri, 2017).

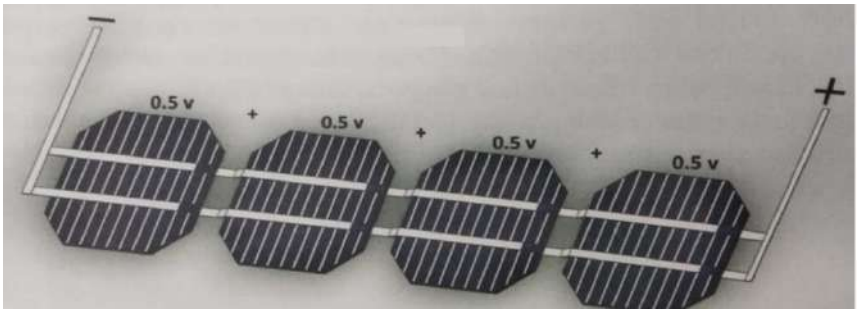
TERMOGRAFİ YÖNTEMİ VERİM ANALİZİ

Fotovoltaik sistemler yatırım maliyeti yüksek olan santrallerdir. Santralin yatırım maliyetine, geri dönüş süresine ve tesis ömrüne dikkat edilmelidir. Santrallerde sıklıkla ortaya çıkan güç kayıpları verimliliği olumsuz yönde etkilemektedir. Bu hatalar; Gölgeleme kayıpları, statik hatalar, mikro çatlak hatası, montaj hatası ve hot spot hataları panellerde ciddi verim düşüşlerine yol açmaktadır.

Gölgeleme Kayıpları

Fotovoltaik işletmelerdeki paneller seri ve paralel olarak bağlanan modüllerden oluşmaktadır. Bir panelde birbirine seri ve paralel olarak bağlanmış hücrelerden oluşur. Hücreler üzerine düşen güneş ışınımına

bağlı olarak 0.5 V ile 0.6 V arasında değiştiği gözlenmiştir. Boyut bakılmaksızın gerilim değişmemektedir. Seri bağlamaktaki amaç uygun voltaj aralığını yakalamaktır. Bu durumda akım sabit kalmaktadır. Şekil 1'de seri bağlamış hücreler görülmektedir. Hücreleri 1 Amper kabul edersek; Dört hücre 2 Volt gerilimde ve 1 Amper akım çıkışı sağlamaktadır.



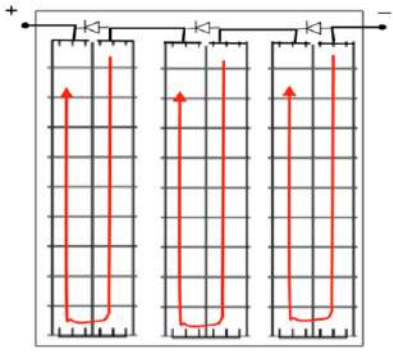
Şekil 1. Seri bağlı güneş hücresi (Ceylan & Gürel, 2017).

Bir hücreye gölge düşmesi güç çıkışlarında paralel bağlantı sayısınca güç kayıplarına yol açar. Şekil 2'de görüldüğü gibi; en sağdaki panelin ortasına düşen gölge panelden çıkan güç çıkışını %0'a düşürmüştür. Sağdaki panelin yanındakinde ise gölge ortaya kadar düşmüş güç çıkışını %33 ile %50 oranında azaltmıştır.

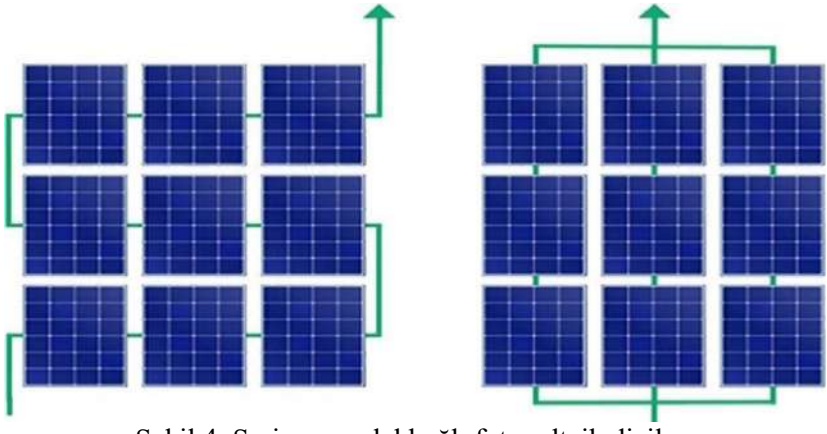


Şekil 2. Güç çıkışını etkileyen gölgeleme hatası.

Seri bağlanmış paneller dizisinde bir panele gölge düşmesi tüm dizinin güç çıkışını önemli oranda azaltmaktadır. Bu gölge kayıplarını engellemek düzgün mühendislik tasarımları ile sağlanır. Bazı durumlarda gölgeleme sorunları engellenemez. Bu durumda hücre bağlantılarında bypass diyotları kullanılmaktadır. (Şekil 3) Hücrelere gölge düşmesinde akım atlamalarını sağlar ve dizinin önemli ölçüde güç kaybı yaşamasını engellemiş olur.



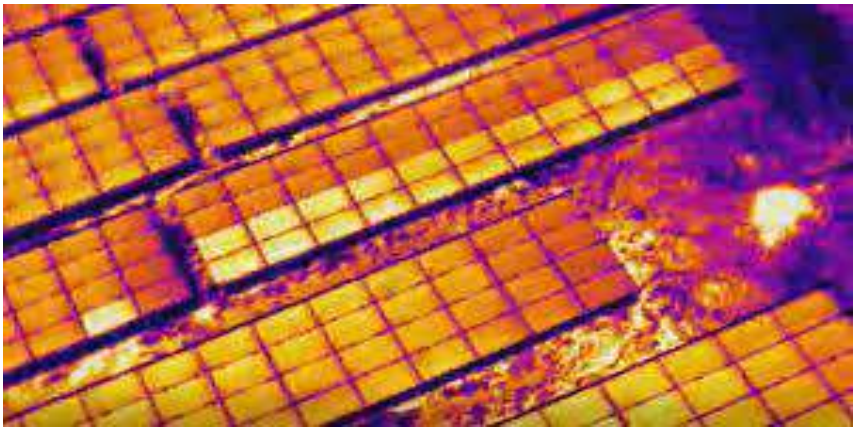
Şekil 3. Seri olarak bağlanmış üçlü paralel bağlantıların bypass diyotlu atlama bağlantısı.



Şekil 4. Seri ve paralel bağlı fotovoltaik diziler.

Şekil 4'de analitik düşünme yaparak dikey ve yatay olarak yerleştirilmiş panel farkını da ortaya koymaktadır. Dikey olarak montaj yapılmış bir panelin güneş açısından dolayı alt hücrelere gölge düşmesi sonucu tüm panel devre dışı kalır. Yatay olarak montaj yapılmış panel ise güneş açısına göre gölge düşmesi sonucu sadece seri bağlanmış paralel dizinin gölge düşen kısmında güç kaybı olur. Ancak bu durumda özellikle arazilerde yüzey alanı olarak fazla alan kaplamaktadır. Bunun için dikkatli güç analizleri ve fizibilite hazırlanması gerekmektedir. Bu problem tesislerde önemli ölçüde karşılaşılır. Termal kamera yardımı ile gölgeleme analizi yapıldığı zaman sıcaklık farkından dolayı güç çıkışı olan veya olmayan paneller rahatlıkla tespit edilir (Şekil 5). Montaj hataları

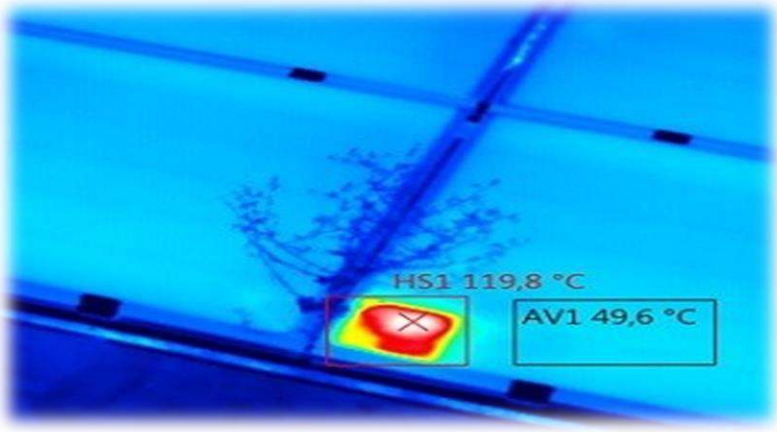
düzeltilerek güç kayıpları engellenmiş olur. Böylece, santralde verimlilik artışı sağlanır.



Şekil 5. Termal kamera yardımı ile gölgeleme analizi.

Mikro Çatlak Kayıpları

Fotovoltaik panellerde üretim, nakliye, stoklama veya montaj aşamalarında yapılan hatalardan dolayı hücreler hasar görür ve mikro düzeyde çatlaklar oluşur. Bu çatlaklar santrali devreye almadan önce tespit edilmez ise ciddi sorunlara ve verim kayıplarına yol açar. Bu çatlaklardan dolayı yüksek sıcaklığa ulaşan hücreler lehim erimesine, ısıl yorulmaya, kontak tellerinde kopmaya ve sağlam hücrelerde hızlı yaşlanmaya yol açar. Bu olay verimi ve güvenliği olumsuz yönde etkiler. Şekil 6'da görüldüğü gibi sıcaklık farkından dolayı mikro çatlaklar termografi yöntemi ile kolaylıkla tespit edilebilir.



Şekil 6.Termal kamera yardımı mikro çatlak tespiti.

Kabarcıklanma Hatası

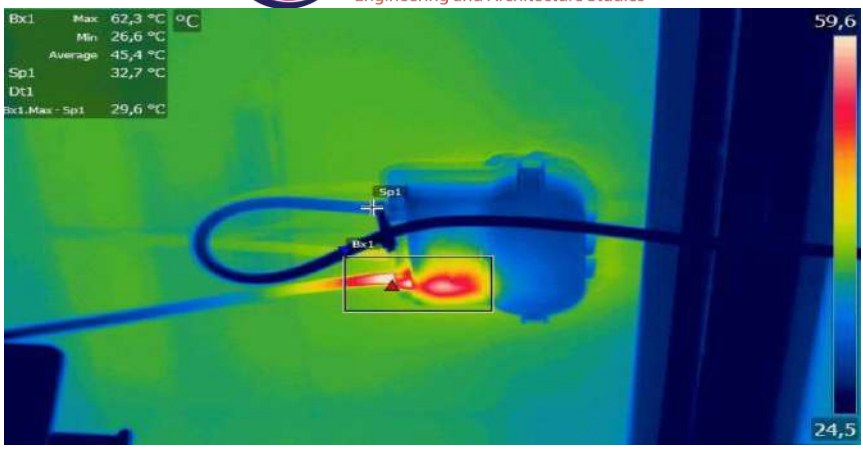
Kabarcıklanma hatası cam, kapsülleyici, aktif tabakalar ve arka tabakalar arasındaki yapışma esnasında oluşan bir hatadır. Yapışma; kirlenme veya çevresel faktörler nedeniyle tehlikeye girdiği zaman delaminasyon ortaya çıkar. Optik yoldaki ve ara yüzeylerdeki delaminasyon hatası optik yansımaya ve ardından akım kaybına yol açar. Bu sorunun nedenlerinden bazıları; Hücre yüzeylerinin uygun hazırlanmaması, lehimleme sırasında kalıntı fluks arka tabakasının folyo kısımları ve arka kapsülleyici tabakanın iyi yapıştırılmamış olması sayılabilir. Sonuç olarak, özellikle modüllerin çalışacağı bölgenin çevresel koşullarına (nem, sıcaklık değişimi, hava kirliliği, tozlanma vs.) uygun tasarlanmış ve imal edilmiş olmasına dikkat edilmelidir. Laminasyon işleminde sık karşılaşılan sorunlardan birisidir. Sıcaklık farkından dolayı termografi yöntemi ile kolaylıkla tespit edilebilir.



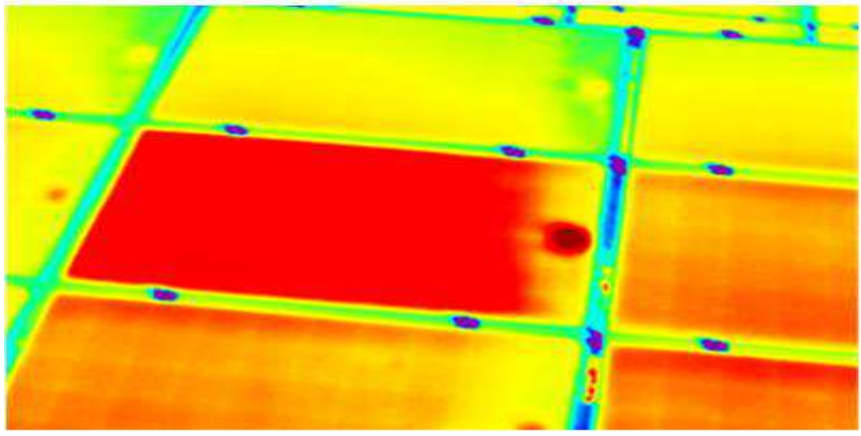
Şekil 7. Termal kamera yardımı ile hata tespiti.

Diyotlarda Oluşan Hatalar

Bir diğer hata ise diyotlarda oluşan hatalardır. Fotovoltaik modüllerde kullanılan köprüleme diyotları herhangi bir gölgeleme durumunda devreye girerek iletime geçerler. Diyotun çalışmasına sebep olan durum ortadan kalktığında diyot kesim moduna geçer. Diyot ters polarma koşulları altında iken üzerinden az da olsa sızıntı akım geçer. Bazı diyotların sızıntı akımı sıcaklık ile oldukça fazla artmakta ve ters polarma altında iken de belli miktarda güç tüketimi yapmaktadır. Dolayısıyla yeterli soğumayı sağlayamayarak yüksek sıcaklıklarda kalabilmektedir. Yüksek sıcaklıkta kalan diyotlar yeterli dayanıma sahip değil ise bozulabilmektedir. Sıcaklık farkından dolayı termografi yöntemi ile kolaylıkla tespit edilebilir (Şekil 8 ve 9).



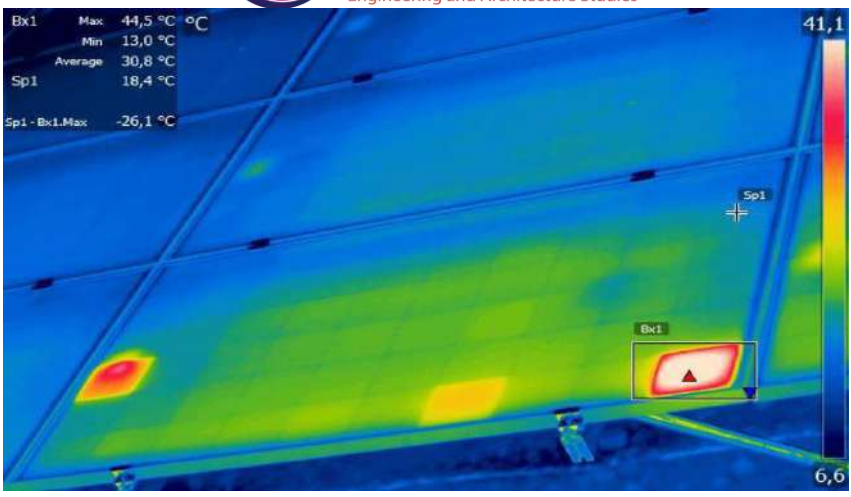
Şekil 8. Yüksek sıcaklıkta çalışan diyotlar.



Şekil 9. Tüm diyotları arızalı fotovoltaik panel.

Hot Spot Etkisi

Bir başka hata ise hot spot olayıdır. Güneş panelinin içindeki seri bağlı hücrelerde ürettiği akım diğer hücrelerden daha düşükse, panel yük durumuna geçebilir ve gerilim ters yönde döner. Böyle bir durumda güneş paneli yük durumunda çalıştığı için hücrenin sıcaklığı yükselmeye başlar hatta yanmaya bile başlayabilir. Bu duruma Hot Spot Etkisi denilmektedir. Bu etki altında kalan hücrenin sıcaklığı 150°C'nin üzerine çıkarsa da tamamen bozulur (Şekil 10).



Şekil 10. Hot spot etkisinden dolayı yüksek sıcaklığa ulaşmış hücre örnekleri.

Hücreye Su Kaçması

Bir diğer hata ise polikarbon ile güneş hücresi arasına su girmesidir. Kaplama aşamasında boşlukların kalması ile su moleküllerinin ısınan hava ile içeri girmesi sonucu veya yağmur, temizleme aşamasında hücreye su kaçması ile oluşur. Önceden tespit edilip gerekli değişimler sağlanmaz ise ciddi derecede güç kayıplarına ve seri dizilerdeki eksik hücrelerden dolayı aşırı ısınmalara yol açabilir (Şekil 11). Termal kamera ile sıcaklık farkı yardımıyla kolaylıkla fark edilir. Ancak detaylı inceleme yapılması gerekmektedir.



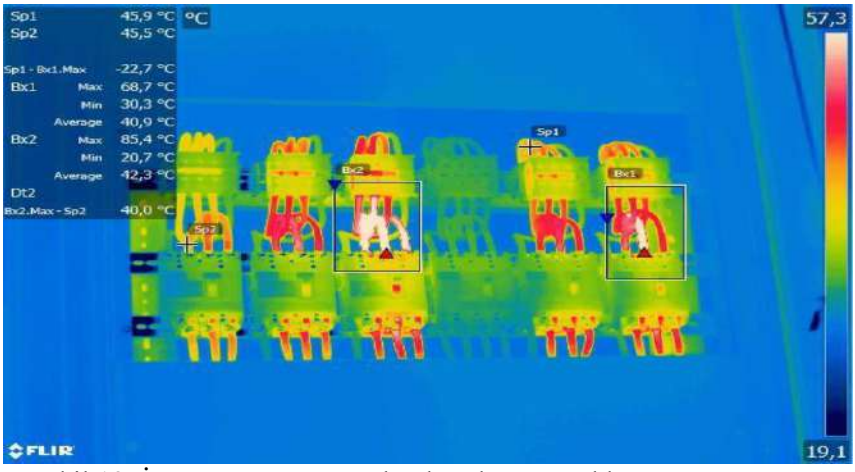
Şekil 11. İçerisine su girmiş hücre.

İnvertör Aşırı Yükleme

Bir diğer hata ise merkezi invertör sisteminde yanlış hesaplamalar ile aşırı yükleme olur. İnvertör içindeki elektronik parçalarda yorulmalar meydana gelir. Bu yorulmalar zamanla ısıya dönüşerek yüksek sıcaklıklara ulaşır. İnvertör içindeki parçalar yüksek sıcaklıktan dolayı erir (Şekil 12). Verim kayıpları ile başlayan bu sorunlar daha sonrasında ciddi derecede maddi kayıplara yol açar ve tesisin geri dönüş süresini etkiler. Termal kamera ile aşırı yüklemeler tespit edilebilir (Şekil 13).



Şekil 12. Yüksek gerilim öncesi ve sonrası invertör.



Şekil 13. İnvertör AG panosu bağlantıları termal kamera görüntüsü.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerji ihtiyacının sürekli artması, fosil kaynaklı yakıtların azalması ve çevreye olan zararlarından dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi artmaktadır. Ülkemizin enerji ithalatının azaltılması, çevreye karşı

minimum düzeyde zararı bulunan, yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisi sistemlerinin daha çok yaygınlaştırılması ülkemizin ekonomisine önemli ölçekte katkı sağlayacaktır. Güneş enerji santrallerinde çok fazla dikkate alınmayan tozlanma, gölgeleme, nakliye sırasında meydana gelen mikro çatlaklar gibi sorunların dikkate alınması daha verimli santrallerin şebekeye bağlanmasını sağlayacaktır. Fotovoltaik sistemlerde en büyük sorunlardan birisi ısınma sorunudur. Bunun sebepleri arasında diyotlarda oluşan hatalar, hot spot etkisidir. Bu ısınma problemi ile invertörlere fazla akımın gitmesinden kaynaklanabilecek yangınların önceden önlenmesi santrallerde oluşacak ekstra maliyeti önleyecek ve verimliliğini arttıracaktır. Bu sorunları bulmada termografi yönteminin kullanılması, dikkate fazla alınmayan fakat sonucunda büyük verim kayıplarına yol açan bu problemleri tespit edilmesinde en etkili yöntemlerden birisidir. Bu yöntem ile sorun olabilecek modüller kısa sürede tespit edilip sağlıklı veriler elde edilerek ve daha az kayıplı güç çıktıları ile geri dönüşüm süresinde daha doğru tahminlerde bulunulur. Bu sayede ilerleyen yıllarda fotovoltaik çöplüklerin oluşması engellenebilir. Son yıllardan hayatımızın bir parçası olmaya başlayan İOT kavramı fotovoltaik sistemler üzerinde haberleşmeyi sağlayaraktan daha verimli veriler toplamamıza olanak sağlar. Sorunlar oluşmadan başlangıç aşamasında müdahale edilerek verim kayıpları minimum seviyede tutulabilir. Büyük santral yangınları ve kazaların önüne geçilmiş olur. Hatta meteorolojik verileri makine öğrenmesi kullanarak daha doğru veriler elde edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Ceylan, İ., ve Gürel, A. (2017). Güneş Enerjisi Sistemleri ve Tasarımı. Bursa, Türkiye: Dora Yayıncılık.

2. Chattopadhyay, S., Bhaduri, S., Dubey, R., and Zachariah, S. (2016). Correlating infrared thermography with electrical degradation of PV modules inspected in all-India survey of photovoltaic module reliability. IEEE Journal of Photovoltaics, 8 (6): 1800-1808.

3. Dhimish, M., Holmes, V., Mehrdadi, B., Dales, M., and Mather, P. (2018). PV output power enhancement using two mitigation techniques for hot spots and partially shaded solar cells. Electric Power Systems Research, 158: 15-25.

4. Hu, Y., Cao, W., Wu, J., Ji, B., and Holliday, D. (2014). Thermography-based virtual MPPT scheme for improving PV energy efficiency under partial shading conditions. Power Electronics IEEE Transactions.

5. Isenberg, J., and Warta, W. (2004). Realistic evaluation of power losses in solar cells by using thermographic methods. Journal of Applied Physics, 95: 5200-5209.

6. Jaffery, Z., Dubey, A., Irshad, K., and Haque, A. (2017). Scheme for predictive fault diagnosis in photo-voltaic modules using thermal imaging. Infrared Physics & Technology, 83: 182-187.

7. Jaffery, Z., Irshad, K., and Haque, A. (2018). Temperature measurement of solar module in outdoor operating conditions using thermal imaging. Infrared Physics & Technology, 92: 134-138.

8. Jianeng, T., Yongqiang, Z., and Wenshan, W. (2011). Fault diagnosis method and simulation analysis for photovoltaic array. Electrical and Control Engineering (ICECE), 2011 International Conference: 1569-1573.

9. Liu, Y., Li, B., and Zhong, D. (2010). Research on domestic PV module structure based on fault detection. Intelligant Control and Automation (WCICA), 8th World Congress: 171-175.

10. Özakın, A., Yeşilyurt, M., & Yakut, K. (2017). Experimental investigation of thermal performance of photovoltaic thermal (PVT) systems. International Journal of Engineering Research & Science (IJOER), 3 (12): 23-27.

11. Ramspeck, K., Schenk, S., Duphorn, D., Metz, A., and Meixner, M. (2014). In-line thermography for reliable hot-spot detection and process control. Energy Procedia, 55: 133-140.

12. Simon, M., and Meyer, E. (2010). Detection and analysis of hot-spot formation in solar cells. Solar Energy Materials and Solar Cells, 94 (2): 106-113.

13. Teubner, J., Kruse, I., Scheuerpflug, H., Buerhop-Lutz, C., Hauch, J., Camus, C., and Brabec, C. (2017). Comparison of drone-based ir-imaging with module resolved monitoring power data. Energy Procedia, 124: 560-566.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

KOMBİ VEYA BENZERİ GAZ YAKIT KULLANAN SİSTEMİN PLAKALI ISI DEĞİŞTİRİSİNİN DEBİ VE AKIŞKAN DEĞİŞİMİ YÖNÜNDEN DENEYSEL İNCELENMESİ

Experimental Investigation of the Plate Heat Exchanger for Volumetric Flow and Fluid Change of Combi Boilers or Similar Gas Fuel Combustion Systems

Yalım Gültekin[1] & Halil İbrahim Variyenli[2]
Ataollah Khanları[3]

1 Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara-Türkiye (Öğr. Gör.); Başkent Üniversitesi, Anadolu OSB Meslek Yüksekokulu, Makine Programı, Ankara-Türkiye, ygultekin@baskent.edu.tr
2 (Dr. Öğr. Üyesi); Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Ankara-Türkiye, halilv@gazi.edu.tr
3 (Dr. Öğr. Üyesi); Türk Hava Kurumu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara-Türkiye, akhanlari@thk.edu.tr

Öz: Kombi ve benzeri gaz yakan sistemlerin ısıl performansında ve enerji verimliliğinde, kullanılan ısı değiştiricileri önemli bir rol oynamaktadır. Günümüzde bu sistemlerde yer alan ısı değiştiriciler plakalı tip ısı değiştiriciler olarak karşımıza çıkmaktadır. İmalat ve boyut yönünden bakıldığında plakalı ısı değiştiriciler diğer ısı değiştiricilerden boyut olarak küçüktür ve daha kolay imal edilebilirler. Enerji yönünden bakıldığında plakalı tip ısı değiştiriciler tam türbülans oluşturabilmesi, yüksek verimli ve düşük maliyetli olmalarından kaynaklanmaktadır. Çalışmada bu cihazlarda sıklıkla kullanılan 12 plakalı bir ısı değiştiricinin deneysel yöntemler ile çeşitli hacimsel debilerde (3-7 L/dak) saf su ve nano akışkan kullanılarak ısı değiştiricinin gücü, toplam ısı transfer katsayısı ve ısı değiştiriciden çıkan kullanıma dönük sıcak akışkanın konveksiyon ısı katsayısı belirlenmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda ısı değiştiricide aynı sayıda ve çeşitte plakada aynı ve farklı hacimsel debilerde tekrar edilen deneylerde nano akışkanın saf suya kıyasla ısı değiştiricinin gücünde %5-%57, toplam ısı transfer katsayısında %9-%32, ısı değiştiriciden çıkan kullanıma dönük sıcak akışkanın konveksiyon ısı katsayısında ise %13-%45 oranında artış gözlenmiştir. Yapılan çalışma literatür ve teori ile kıyaslandığında tutarlıdır. Plakalı tip ısı değiştiricilerde saf su yerine nano akışkana geçildiği zaman ısı değiştiricinin kurulu gücü düşürerek plakalı ısı değiştiricinin boyutlarının küçülmesine ve dolayısı ile ısı değiştiricinin maliyetinin azalmasını sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Gaz Yakıcı Sistemlerde Isı Değiştiriciler, Kombilerde Isı Değiştiriciler, Plakalı Isı Değiştirici, Nano Akışkanlar, Deneysel Isı Transferi

Abstract: Heat exchangers used in combi boilers and similar gas combustion systems play an important role in terms of thermal performance and energy

efficiency. Nowadays, heat exchangers in these systems are plate type heat exchangers. In terms of manufacturing and size, plate heat exchangers are smaller in size than other heat exchangers and can be manufactured more easily. In term of energy parameters, plate type heat exchangers are able to form full turbulence, high efficiency and low cost compared to the other heat exchangers. In this study, the power of the heat exchanger, total heat transfer coefficient and the convection heat coefficient of the hot fluid coming out of the heat exchanger were determined by using experimental methods. For this purpose 12 plate heat exchanger which is frequently used in these devices are choosed for experimental setup and using pure water and nanofluid at various volumetric flow rates (3-7 L/min). As a result of the experiments performed in the same number and types plates of the heat exchanger experiments repeated at the same and different volumetric flows, 5% - 57% of the power, 9-32% of the total heat transfer coefficient, 13% - 45% the convection temperature coefficient increase observed compared using nanofluid instead of pure water. This study was consistent with literature and theory. When switching to pure water to nanofluid in plate type heat exchangers, it will reduce the installed power of the heat exchanger and reduce the size of the plate heat exchanger. Thus, reduce the cost of the heat exchanger.

Keywords: Heat Exchangers in Gas Combustion Systems, Heat Exchangers in Combi Systems, Plate Heat Exchangers, Nano Fluids, Experimental Heat Transfer

GİRİŞ

Gaz yakıtlar 1 bar mutlak basınçta 15 °C sıcaklıkta gaz halinde bulunan her türlü yakıtı (RG 30412) belirtilmekle birlikte bu tip yakıtların yakıldığı cihazlara gaz yakıt kullanan sistemler denilmektedir. Konut vb. metrajda olan yapıların ısıtılması ve sıcak su ihtiyaçlarının karşılanması için günümüzde en yoğun kullanılan gaz yakıcı sistem kombilerdir. Bu sistemlerde yanma ısısının ısıtma ve sıcak su eldesi kullanılması için ısı değiştiriciler kullanılır.

Isı değiştiriciler temas halinde olan en az iki veya daha fazla sayıda akışkan arasında veya bir katı ve en az bir akışkan arasında termal enerji transferini sağlayan cihazlardır. Bu cihazlar ısı transferini sağlarken bu sınır koşulları arasında sıcaklık farkına ihtiyaç duyar. Isı değiştiriciler sistem üzerinden dışarıya ısı transferi veya iş alışverişi yapmayacak şekilde tasarlanırlar. Bu cihazlar ısı transferi gerçekleştirilmesine ihtiyaç duyulan damıtıcılar, rejeneratörler, buhar jeneratörleri gibi endüstriyel uygulamalara ek olarak ısıtma, havalandırma iklimlendirme ve soğutma sistemlerinde de kullanılırlar (Kaçar ve Erbay, 2013).

Isı değiştiricilerde enerjinin etkin ve verimli kullanılması ve enerji tasarrufu, ısı transferinin iyileştirilmesine bağlıdır. Bu konu günümüzde sıklıkla araştırılan konulardan biridir (Afshari, 2018). Çünkü günümüzde giderek artan enerji ihtiyacına ek olarak enerji kaynaklarındaki azalma,

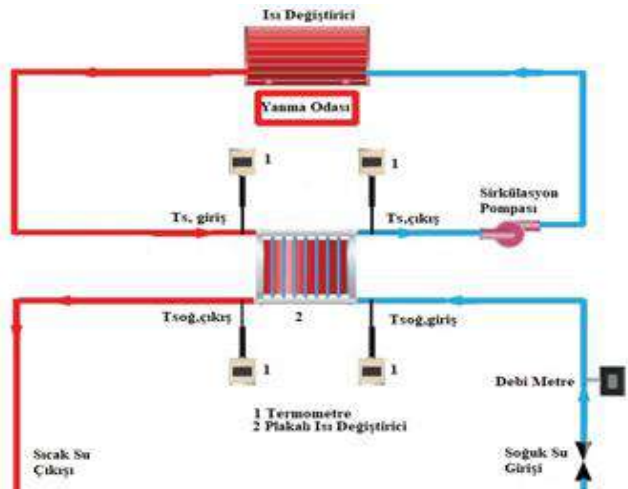
enerjinin etkin ve verimli kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu zorunluluk, ısıl enerjinin transferinde büyük ölçüde kullanılan ısı değiştiricilerin geliştirilmesinin dayanak noktasıdır (Boran, vd., 2014).

Kombilerde plakalı tip ısı değiştiriciler çeşitli avantajlarından dolayı kullanılır. Bunlar, başlıca diğer ısı değiştiricilerden boyut olarak küçük olması, ısı transferini artıracak şekilde vortex oluşturabilmesi, kolay sökülüp takılabilmesi, birden çok akışkanın aynı anda ısıtılıp soğutulabilmesi ve plakaların sadece uç noktalarının dışarıya açık olması nedeniyle daha az yalıtıma ihtiyaç doyması olarak açıklanabilir (Wang et al.,2007). Plakalı ısı değiştiricilerinin tasarımıyla da avantaj sağlanabilir. Isı transferinde kullanılan akışkan ile akışkanın debisindeki değişiklikler, önemli tasarım parametrelerindendir. Literatürde saf su kullanımı yerine daha etkin olan yağ veya nano akışkan kullanımına da sıklıkla rastlanmaktadır (Pandey and Nema, 2012; Srinivas and Vinod, 2015). Bu çalışmalara ek olarak, akışkanların farklı debilerle ısı transferinin incelenmesi yoğun çalışılan konulardan biridir (Kumar et al. 2015; Khanlari et al. 2017). Bu çalışmada kombi ve benzeri gaz yakıt kullanan sistemlerde sıklıkla kullanılan 12 plakalı bir ısı değiştiricinin deneysel yöntemler ile çeşitli hacimsel debilerde saf su ve nano akışkan kullanılarak ısı değiştiricinin gücü, toplam ısı transfer katsayısı ve ısı değiştiriciden çıkan kullanıma dönük sıcak akışkanın konveksiyon ısı katsayısı belirlenmesi hedeflenmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada nano akışkan için kullanılan kimyasallar ticari olarak temin edilmiştir. Kullanılan plakalı ısı değiştirici ticari olarak gaz yakıt kullanan kombi ve benzeri sistemlerde sıklıkla kullanılan 12 plakalı bir ısı değiştiricidir ve ticari markanın ürünüdür. Deney seti şematik olarak tanımlanmış olup deneyde chevron tipi plakalı ısı değiştirici kullanılmıştır. Plakalı ısı değiştirici ayrı deneylerde saf su ve nano akışkan için denenmiştir. Deneyler çeşitli debilerde tekrar edilmiştir.

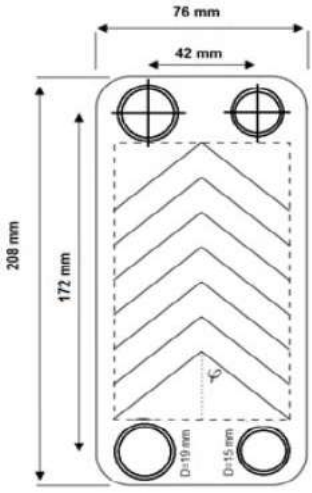
Figür 1. Gaz yakan sistemlere benzetim için kullanılan deney şeması



Plakalı Isı Değiştiricinin Özellikleri

Çalışmada kullanılan plakanın ölçüleri aşağıda tanımlanmıştır.

Figür 2. Plakalı ısı değiştiricinin ölçüleri



Parametreler	**Değerler**
Plaka Uzunluğu (mm)	208
Plaka Genişliği (mm)	76
Delikler Arası Uzaklık (mm)	172
Delikler Arası Genişlik (mm)	42
Plaka Kalınlığı (mm)	0.4
Plaka Sayısı	16
Chevron Açısı(°)	60

Nano Akışkan'ın Özellikleri

Nano akışkan 8L saf suya ağırlıkça % 0.5 oranında Bakır Oksit [CuO_2] ve %0.5 oranında Alüminyum Oksit (Alümina) [Al_2O_3] eklenerek imal edilmiştir. Akışkanın özgül ısısı (C_p) 4.22 W/m$^{2\circ}$C ve öz kütlesi (ρ) 1.009 kg/m^3 olarak hesaplanmıştır.

Teorik Hesaplar

Plakalı ısı değiştiricinin sıcak ve soğuk taraflarındaki ısı hesabı aşağıdaki formüller ile yapılmıştır.

$$\dot{Q}_s = \dot{m}_s \, c_{p,s} \, (T_{s,giriş} - T_{s,cıkış})$$

$$\dot{Q}_{soğ} = \dot{m}_{soğ} \, c_{p,soğ} \, (T_{soğ,giriş} - T_{soğ,cıkış})$$

Genel ısı transferi katsayını hesaplamak için ısının averaj değerine ihtiyaç vardır.

$$\dot{Q}_s = \frac{\dot{Q}_s + \dot{Q}_{soğ}}{2}$$

Plakalı ısı değiştiricinin etkinliği aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır

$$\varepsilon = \frac{C_s(T_{s,giriş} - T_{s,çıkış})}{C_{min}(T_{s,giriş} - T_{soğ,giriş})}$$

Yukarıda belirtilen C ısı kapasite faktörü olup sıcak ve soğuk taraf için aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

$$C_s = \dot{m}_s c_{p,s}$$

$$C_{soğ} = \dot{m}_{soğ} c_{p,soğ}$$

Deney için kullanılan boyutsuz sayılardan ilki Nuselt(Nu) sayısıdır.

$$Nu = \frac{hD_h}{k}$$

$$Nu = 0.348 Re^{0.663} Pr^{0.33}$$

Deney için kullanılan boyutsuz sayılardan bir diğeri Reynold(Re) sayısıdır.

$$Re = \frac{GD_h}{\mu}$$

Deney için kullanılan boyutsuz sayılardan bir diğeri Prandl(Pr) sayısıdır.

$$Pr = \frac{\mu\, c_p}{k}$$

Logaritmik sıcaklık farkı (LMTD) kullanılarak toplam ısı transferi katsayısı(U) hesaplanmıştır.

$$LMTD = \frac{\left(T_{s,giriş} - T_{soğ,cıkış}\right) - \left(T_{s,çıkış} - T_{soğ,giriş}\right)}{\ln\left(\frac{\left(T_{s,giriş} - T_{soğ,cıkış}\right)}{\left(T_{s,çıkış} - T_{soğ,giriş}\right)}\right)}$$

$$U = \frac{\dot{Q}_{ortlama}}{LMTD}$$

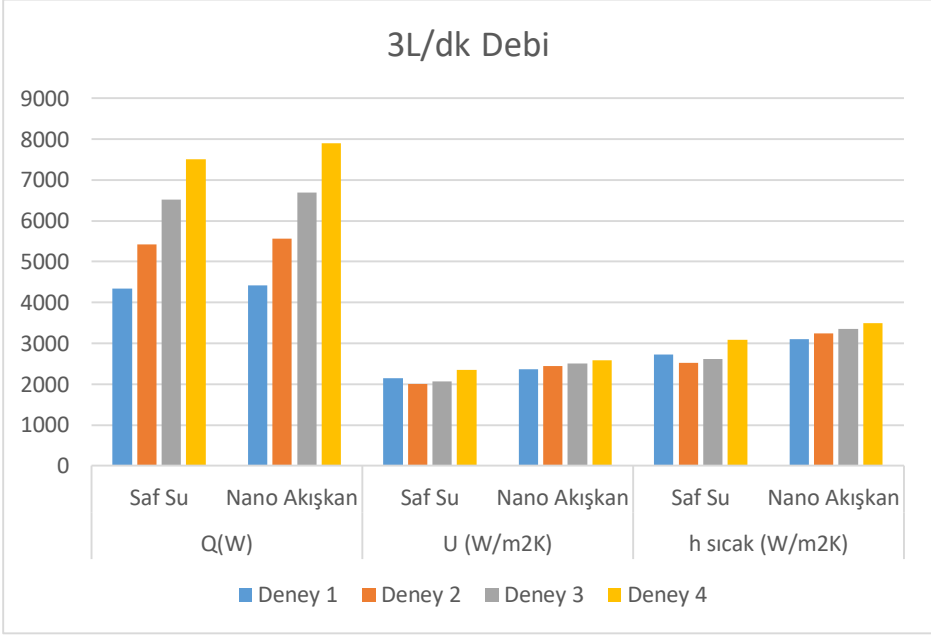
Deneyler

Deneyler ısı değiştirici üzerinde 8L saf su veya Nano akışkan kullanarak yapılmıştır. Deneyler çeşitli debilerde tekrar edilmiştir. Akışkanlar arasında geçiş yaparken ısı değiştirici temizlenmiştir. Deneylerde debi 3,4,5,6,7 L/dak ve aynı debilerde tekrar ile yapılmıştır. Deneyin kurulumu Khanlari ve arkadaşlarının tarif ettiği bu yönteme göre yapılmıştır. (Khanlari et al., 2019).

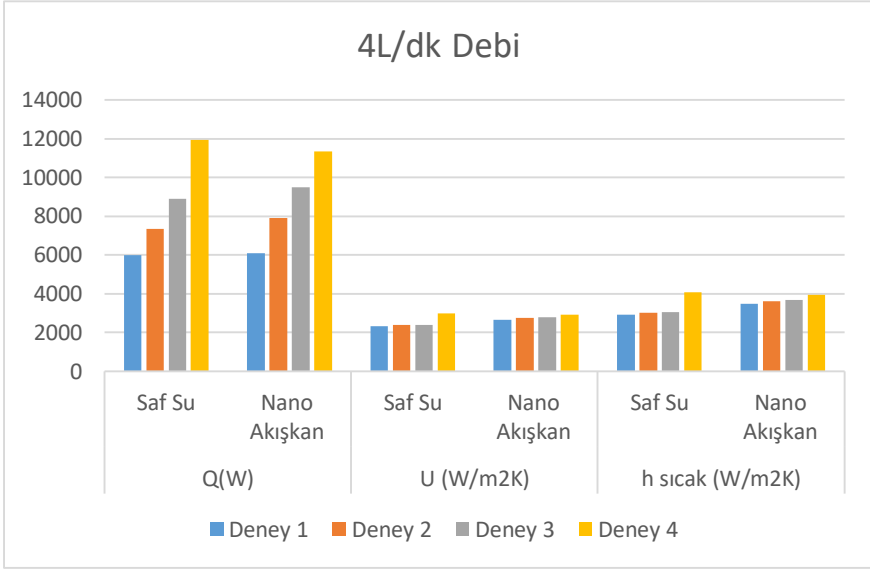
BULGULAR

Deneylerin sonuçları grafik halinde verilmiştir. Deneyler birbirinden ayrı geçekleştirilmiş olup renkler akışkan tipine göre yapılan deney sayısını ifade etmektedir.

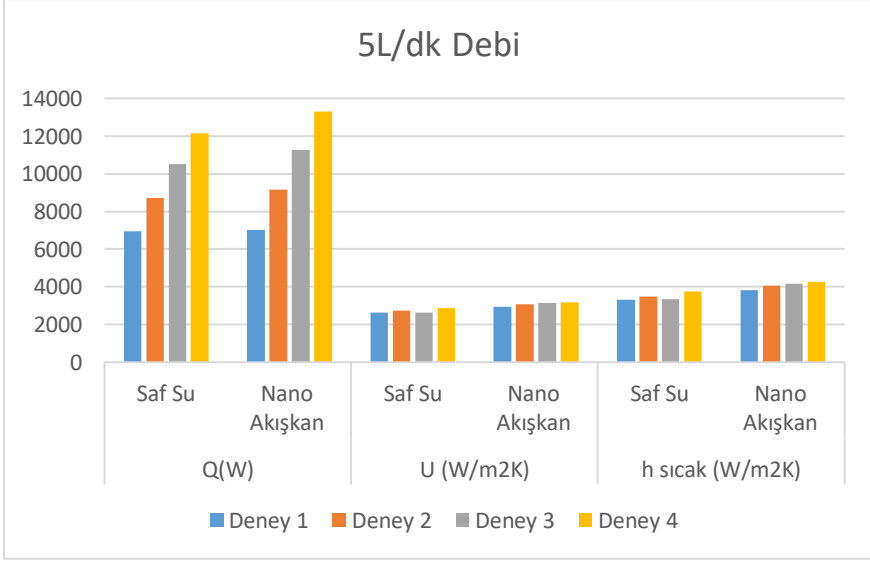
Figür 3. 3L/dk debiye göre saf su ve nano akışkan için güç, toplam ısı transferi katsayısı ve $h_{sıcak}$ sonuçları



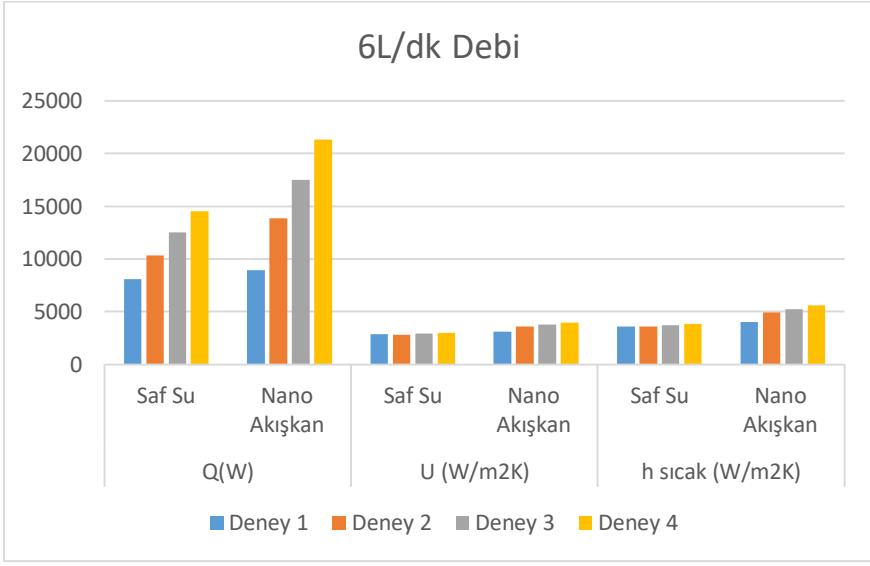
Figür 4. 4L/dk debiye göre saf su ve nano akışkan için güç, toplam ısı transferi katsayısı ve $h_{sıcak}$ sonuçları



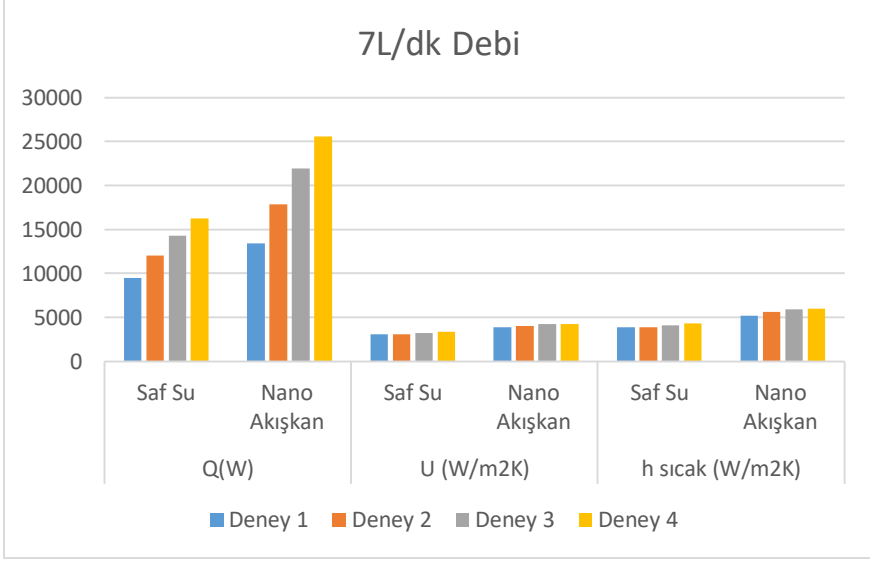
Figür 5. 5L/dk debiye göre saf su ve nano akışkan için güç, toplam ısı transferi katsayısı ve $h_{sıcak}$ sonuçları



Figür 6. 6L/dk debiye göre saf su ve nano akışkan için güç, toplam ısı transferi katsayısı ve $h_{sıcak}$ sonuçları



Figür 7. 6L/dk debiye göre saf su ve nano akışkan için güç, toplam ısı transferi katsayısı ve $h_{sıcak}$ sonuçları



TARTIŞMA VE SONUÇ

Deneylerle elde edilen çıktılar aşağıdaki parametrelere göre değerlendirilmiştir.

Kurulu Güç

Saf su ile nano akışkan arasında yapılan geçişte aynı ısı değiştiricide deneylerin averaj güç değerleri karşılaştırıldığı zaman 3L/dk için %3.12, 4L/dk için %1.12, 5L/dk için %6.00, 6L/dk için %26.25 ve 7L/dk için %34.00 artış gözlenmiştir.

Toplam Isı Transferi Katsayısı

Saf su ile nano akışkan arasında yapılan geçişte aynı ısı değiştiricide deneylerin averaj toplam ısı transferi katsayısı değerleri karşılaştırıldığı zaman 3L/dk için %13.30, 4L/dk için %9.06, 5L/dk için %11.60, 6L/dk için %19.66 ve 7L/dk için %22.44 artış gözlenmiştir.

Konveksiyon Katsayısı

Saf su ile nano akışkan arasında yapılan geçişte aynı ısı değiştiricide deneylerin averaj toplam ısı transferi katsayısı değerleri karşılaştırıldığı zaman 3L/dk için %16.91, 4L/dk için %11.29, 5L/dk için %14.79, 6L/dk için %25.25 ve 7L/dk için %28.68 artış gözlenmiştir.

Sonuç

Yapılan deneylerin sonucunda 8L saf suya kütlece %0.5 oranında Bakır Oksit [CuO_2] ve %0.5 oranında Alüminyum Oksit (Alümina) [Al_2O_3] eklenerek oluşturulan nano akışkan saf suya oranla kurulu güçte en az %1.86, Toplam ısı transferinde %9.06 ve Konveksiyon katsayısında %11.29 iyileşme gözlenmiştir.

5 L/dk -7 L/dk arasında lineer artış görülmektedir. 3 L/dk ile 7L/dk arasında en düşük parametre artışı 4 L/dk gözlemlenmiştir. Bu değerin iyileştirilmesi için deney sayısının artırılması yeterli olacaktır. Böylece, 3L/dk ve 5 L/dk arasındaki lineer interpolasyon değerine yaklaşılacaktır.

KAYNAKLAR

1. Afshari, F., Comakli, O., Karagoz, S. and Zavaragh, H. G. (2018). A thermodynamic comparison between heat pump and refrigeration device using several refrigerants. *Energy and Buildings, 168:* 272–283.
2. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2018, Mayıs 5). Resmî Gazete. *Gaz Yakan Cihazlara Dair Yönetmelik*, (30412).

3. Boran, K. Ş., Daştan, F. Ş., Şahin, M. Ş. ve Aktaş, M. Ş. (2014). Isı eşanjörlerinde ısı transferi iyileştirme yöntemlerinin sayısal ve deneysel olarak incelenmesi. *Politeknik Dergisi*, *17*(4): 183–191.
4. Kaçar, N. E. ve Erbay, B. İ. (2013). Isı değiştiricilerin tasarımına bir bakış. *Mühendis ve Makina*, 54 (644):14–43.
5. Khanlari, A., Sözen, A., Variyenli, H. I. and Gürü, M. (2019). A Comparison Between Heat Transfer Characteristics of TiO2/Deionized Water and Kaolin/Deionized Water Nanofluids in the Plate Heat Exchanger. *Heat Transfer Research*, 50 (5): 435–450. doi: 10.1615/heattransres.2018026288
6. Kumar, V., Tiwari, A. K. and Ghosh, S. K. (2015). Application of nanofluids in plate heat exchanger: a review. *Energy Conversion and Management*, 105:1017–1036. doi: 10.1016/j.enconman.2015.08.053
7. Kumar, V., Tiwari, A. K. and Ghosh, S. K. (2017). Characterization and performance of nanofluids in plate heat exchanger. *Materials Today: Proceedings*, 4 (2): 4070–4078. doi: 10.1016/j.matpr.2017.02.310
8. Pandey, S. D. and Nema, V. (2012). Experimental analysis of heat transfer and friction factor of nanofluid as a coolant in a corrugated plate heat exchanger. *Experimental Thermal and Fluid Science*, *38:* 248–256. doi: 10.1016/j.expthermflusci.2011.12.013
9. Srinivas, T. and Vinod, A. V. (2015). Heat transfer enhancement using CuO / water nanofluid in a shell and helical coil heat exchanger. *Procedia Engineering*, *127:*1271–1277. doi: 10.1016/j.proeng.2015.11.483
10. Wang, L., Sundén B. and Manglik, R. M. (2007). *Plate heat exchangers: design, applications and performance*. Southampton: WIT Press.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

TEK YÖNLÜ KARBON ELYAF TAKVİYELİ POLYESTER MATRİSLİ FARKLI KATMAN SAYILARINA SAHİP KOMPOZİTLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI[1]

Deniz Güneş[1] & Levent Urtekin[2]

[1]*(Öğr. Gör.) Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Denizcilik MYO, Gemi İnşaatı Programı, Balıkesir-Türkiye, dgunes@bandirma.edu.tr*

[2]*(Doç. Dr.); Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı, Kırşehir-Türkiye, levent.urtekin@ahievran.edu.tr*

Öz: Kompozit malzeme üretiminde farklı malzeme arayışlarına girilmesi sonucu 20. Yüzyılın ortalarında karbon elyaflar takviye malzemesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Karbon elyaf kullanımıyla birlikte özellikle düşük malzeme yoğunluğuna karşın yüksek dayanım değerlerine sahip malzemeler elde edilmeye başlanmıştır. Takviye malzemelerinin farklı çeşitleri kullanılarak istenen özellik değerleri elde edilmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmada takviye malzemesi olarak tek yönlü 12 K flement sayısına sahip örgü kumaş karbon elyaflar kullanılmıştır. Takviye malzemesini iyi ıslatması ve sarması için polyester matris malzemesi kullanılmıştır. Bir, iki ve üç katmandan oluşan 0^0 elyaf yönlenme açısına sahip kompozit malzemeler üretilmiştir. Her katmanda aynı elyaf yönlenme açısı olmasına dikkat edilmiştir. Üretilen kompozitlerin mekanik değerlerinin karşılaştırılması için çekme ve üç nokta eğme testleri yapılmıştır. Her iki test sonucunda katman sayısının artması ile birlikte elastisite değerinde artış olduğu görülmüştür. Çekme testinde kopma mukavemet değerlerinde önce artış yaşanmış daha sonra katman sayısının üçe çıkmasıyla düşükte olsa azalma yaşanmıştır. Üç nokta eğme testinde ise katman sayısının iki olmasıyla eğilme mukavemet değerinin azaldığı daha sonra katman sayısının üç olmasıyla birlikte çok az bir miktar tekrar artma yaşanmıştır. Her iki testte kopma ve eğilme uzama yüzdelerinde ise katman sayısı arttıkça kompozit malzemelerin daha kırılgan bir hal aldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Karbon Elyaf, Tek Yönlü Karbon Elyaf, Çift Eksenli Karbon Elyaf, El Yatırma Yöntemi, Polyester, Kompozit,

Abstract: As a result of the search for different materials in the production of composite materials, carbon fibers began to be used as reinforcing materials in the midle of 20th century. With the use of carbon fiber, materials having high strength values despite low material density have been obtained. The desired property values were tried to be obtained by using different types of reinforcement

[1] Bu çalışma Deniz GÜNEŞ'in Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezinden uyarlanmıştır.

materials. In the study, one-way weave fabric carbon fibers with 12 K flement number were used as reinforcement material. Polyester matrix material was used to wet and wrap the reinforcement material well. Composite materials with 0 degree fiber orientation angle, consisting of one, two and three layers were produced. Particular attention was paid to the fact that every layer was of the same fiber direction angle. Tensile and three point bending tests were performed to compare the mechanical values of the composites. The results of both tests showed that the number of layers increased with the increase of elasticity value. In tensile test, the tensile strength values first increased and then as the number of layers increased to three, a moderate decrease was observed. In the three point bending test, the bending strength value decreased with the number of layers being two. Then, with the number of layers being three, there was a slight increase again. In both tests, it was observed that composite materials became more fragile as the number of layers increased in fracture and bending elongation percentages.

Keywords: Carbon Fiber, Unidirectional Carbon Fiber, Biaxial Carbon Fiber, Hand Deposit Method, Polyester, Composite,

GİRİŞ

Yirminci yüzyılın ortalarından itibaren özel sektöre giriş yapan karbon elyaf kompozitler teknolojinin gelişmesine paralel olarak birçok sektörde kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle düşük yoğunluğa sahip ve mekanik özelliklerinin yüksek olması karbon elyaf kompozitlerin tercih edilmesini sağlamıştır. Karbon elyaf kullanılarak elde edilen kompozit malzemeler üzerine yapılan araştırmalar ilk kullanılmaya başlamasından itibaren giderek artmaktadır.

Choi ve Chang (1992) yapmış oldukları çalışmada, bir cismin düşük hızla grafit elyaf takviyeli epoksi matrisli kompozit malzemesine nokta vuruşla oluşacak deformasyonları incelemişlerdir. Nokta vuruşla oluşacak olan matris çatlakları ve katmanlar arasındaki delaminasyonları belirlemede kullanılan kütlenin bir fonksiyonu olduğunu belirlemek için bir model geliştirmişlerdir. Yapmış oldukları modelleme ile hasar başlangıcını ve son hasarın derecesini belirlemeye çalışmışlardır. Nokta şeklindeki darbe sırasında kompozit malzeme içerisinde oluşan iç gerilmeleri hesaplamak için dinamik sonlu elemanlar analizi kullanmışlardır. İlk darbe ile oluşan matris çatlağını ve katmanlar arasında oluşan delaminasyonların boyutunu belirlemek için kriterler belirlemişlerdir. Yapmış oldukları model ve simülasyonların doğruluğunu belirlemek için deneyler yapmışlardır. Sonuç olarak yapmış oldukları model ile deney sonuçları bir birlerine yakın çıkmıştır.

Çağlarer (2012) yapmış olduğu doktora tez çalışmasında, karbon elyafın tork kontrollü ön gerilme sistemindeki hasarları tespit etmek için DC direnç ölçüm yöntemi kullanmışlardır. Bu yöntem ile tahribatsız hazar analizi yaparak hasar noktasının belirleyen ve bu verileri ekran üzerine aktaran cihaz üzerinde çalışmışlardır.

De Moura ve Marques (2002) yapmış oldukları çalışmada, karbon elyaf takviyeli epoksi matrisli kompozit malzemelere düşük hız etkisi ile darbe yapılması sonucu oluşacak hasarı belirlemek için sayısal ve deneysel analizler yapmışlardır. Deney cihazında kullanmak için iki farklı laminat çeşidi ve damla ağırlık kullanılmıştır. Derin teknik ve X ışınları radyografi yöntemleri kullanılarak ürün hasar karakterizasyonunu belirlemişlerdir. Geliştirmiş oldukları model katmanlar arasındaki interlaminar kayma gerilmelerini belirlemek için sonlu elemanlar analizlerine dayandırılmıştır. Delaminasyonları tahmin etmek için daha önce kullanılmış ve deneysel gözlemler sonucunda elde edilen kriterler kullanılmıştır. Yapmış oldukları deneyler ile sayısal analiz karşılaştırmaları sonucunda delaminasyon şekilleri ve yönlenmelerinde uyum yakalamışlardır.

Demirel (2007) yapmış olduğu tez çalışmasında, epoksi matrisli karbon elyaf takviyeli kompozitlerin mekanik özellikleri incelenmiştir. Çalışmalar sonucunda elyaf liflerinin yerleştirilme şeklinin mekanik etkiler de büyük oranda etkisi olduğunu bulmuştur. Aynı tabaka sayısına sahip korbon elyaf kompozitlerde en iyi çekme test sonuçlarını 0^0 dereceli numuneler de olduğunu bulmuştur. Test sonucunda çekme dayanımını 1713,48 MPa, çekme modülünü ise 127,12 GPa olarak bulmuştur. Düzlem içi kayma testlerinde ise yerleştirme açısı $\pm 45^o$ olan ve katman sayısı 10 olan numunelerin kayma dayanımını 75,20 MPa olarak bulmuştur. Ayrıca taşıma testlerinde 0^0 li yerleştirme oranı arttıkça taşıma dayanımının arttığını bulmuştur.

Dilsiz ve Wightman'ın (2000) yapmış oldukları çalışmada elyafların yüzey enerjilerini ve asit-baz karakterlerini incelemek için dinamik temas acısı yöntemini kullanarak yüzeyi kaplanmamış karbon elyaf ile yüzeyi poliüretan ve poliimid ile kaplanmış karbon elyaflar kullanmışlardır. Ayrıca kaplama malzemesinin karbon elyaf yüzeyi üzerine etkisini de araştırmışlardır. Sonuç olarak kaplamanın karbon elyaf yüzey enerjisini azaltırken asit-baz bölgelerini ise kaplayarak kapattığını bulmuşlardır. X-ışını fotoelektron spektroskopu (XPS) analizini kullanarak yüzeyi kaplanmış ve kaplanmamış karbon elyafın yüzey kimyasını incelemişlerdir. Poliimid ve poliüretan kaplama kullanıldığı durumda elyaf yüzeyinde bulunan hidroksil grup sayılarında azalma olduğunu görmüşlerdir. Ara yüzey yapışmasını değerlendirmek amacıyla, kaplanmamış ve kaplanmış elyaf ile epoksi matris kullanılarak hazırlanan

kompozitlere tek lif çekme testi yapmış ve lif yüzeyinde oluşan kimyasal değişikliklerin elyaf-matris yapışması üzerinde doğrudan etkisi olduğunu bulmuşlardır.

Djordjevic vd. lerinin (2007) yapmış olduğu çalışmada, tekyönlü karbon elyaf takviyeli epoksi matrisli kompozitlerin farklı sıcaklık değerlerinde basınç yöntemiyle üretilen kompozitlerim makro-mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Elde etmiş oldukları numunelere gerilim, bükülme, kayma testleri uygulayarak elde ettikleri sonuçları litaratür verileriyle karşılaştırmışlardır.

Elarabı ve Weidong (2005) yapmış oldukları çalışmada karbon elyaf takviyeli epoksi matrisli kompozit malzemelerde enine dizilmiş liflerin eksenel çekme mukavemet değerlerini karşılaştırmışlardır. Karbon elyaf olarak tek yönlü filamentler ve çift yönlü örme kumaş kullanmışlardır. Deneyler sonucunda çift yönlü örme kumaşlardan yapılan kompozit malzemelerin değerlerinin daha yüksek çıktığını belirlemişlerdir. Epoksi matris eklenmesiyle her iki karbon elyaflı kompozit malzemelerin modül değerlerinin yükseldiğini görmüşlerdir. Tek yönlü karbon fiber ile üretilen kompozitlerde çekme yükü ve uzama azalırken çift yönlü kumaştan üretilen kompozit malzemesinde ise bu değerlerin arttığını belirlemişlerdir.

Yapmış olduğumuz çalışmada tek yönlü karbon elyaf takviyeli polyester matrisli farklı katman sayılarına ve aynı elyaf yönlenme açısına sahip kompozit malzemelerin çekme ve üç nokta eğme test sonuçları karşılaştırılmıştır.

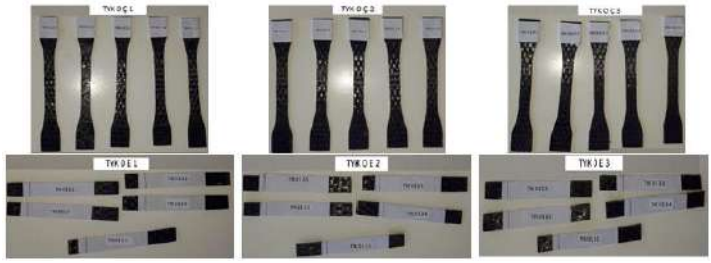
MATERYAL VE YÖNTEM

Karbon elyaf takviyeli kompozit üretiminde matris malzemesi olarak polyester ve takviye elemanı olarak 12K flement sayısına sahip tekyönlü karbon elyaf kullanılmıştır. Kompozitler bir, iki ve üç kat olarak üretilmiştir. Katmanlarda kullanılan elyafların 0^0 elyaf yönlenmesi ile yerleştirmesine dikkat edilmiştir.

12K Düz Dokuma Kumaş tek yönde mukavemet ve rijitlik istenen uygulamalarda sıkça kullanılan elyaflardır. İnşaat, gemicilik, otomotiv ve rüzgâr kanadı sektör uygulamalarında kullanılmaktadır.

El yatırma yöntemiyle üretilen kompozit malzemelerin köşeleri temizlenmiştir. Ortaya çıkan ürünler aparat yardımıyla testere ile kesilip daha sonra zımparalanıp numuneler hazır hale getirilmiştir. Şekil 1. de hazırlanan numuneler verilmiştir.

Şekil 1. Üretimi yapılan çekme ve üç nokta eğme test numuneleri.



Çekme testi ile malzemenin Young katsayısı, Poisson oranı ve Akma mukavemeti değerleri gibi karakteristik özellikleri tespit edilir. Üç nokta eğme testi sonucu malzemenin Eğme momenti, Eğme dayanımı, Elastisite modülü ve Eğilme miktarı gibi kalitatif değerleri bulunur. Bulunan sonuçlar malzeme seçiminde kullanılır. Çekme test numuneleri ISO 527-1 standardına göre, üç nokta eğme test numuneleri ise ISO 178 standardına göre hazırlanmıştır.

TEST SONUÇLARI

Yapmış olduğumuz testlerin sonuçları aşağıda verilmiştir.

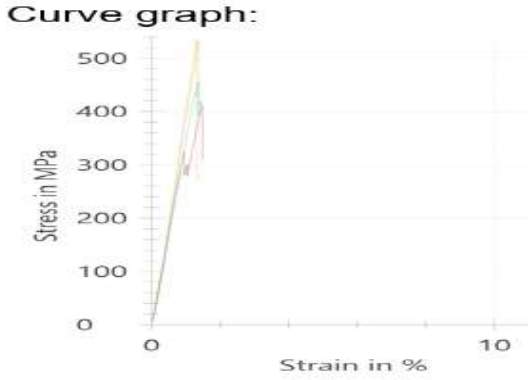
Tablo 1. Tek yönlü karbon 0^0 elyaf yönlenme açılı katlı (TYK 0 Ç 1) kompozit grubunun çekme test sonuçları ve ortalamaları.

Results table:

Legend	No.	Type	E_t MPa	σ_m MPa	ε_m %	σ_b MPa	ε_b %	b mm	h mm	A_0 mm²
	1	TYK 0 Ç 1-1	35700	536	1,3	536	1,3	10,6	1,02	10,8
	2	TYK 0 Ç 1-2	32300	456	1,4	456	1,4	10,6	1,1	11,7
	3	TYK 0 Ç 1-3	33200	410	1,5	410	1,5	10,6	1	10,6
	4	TYK 0 Ç 1-4	35900	534	1,4	534	1,4	10,6	1	10,6

Statistics table:

Series n = 4	E_t MPa	σ_m MPa	ε_m %	σ_b MPa	ε_b %	b mm	h mm	A_0 mm²
x	34300	484	1,4	484	1,4	10,6	1,03	10,9
s	1770	61,8	0,068	61,8	0,068	0,000	0,04761	0,5
v [%]	5,16	12,77	4,95	12,77	4,95	0,00	4,62	4,62



Tek yönlü karbon 0^0 elyaf yönlenme açısına sahip tek kattan oluşan numunelerin (TYK 0 Ç 1) çekme test sonuçlarına baktığımızda değerlerin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Test sonrası numune resimleri karbon liflerinde kopma yaşandığını ve büyük bir deformasyona uğradığı görülmektedir.

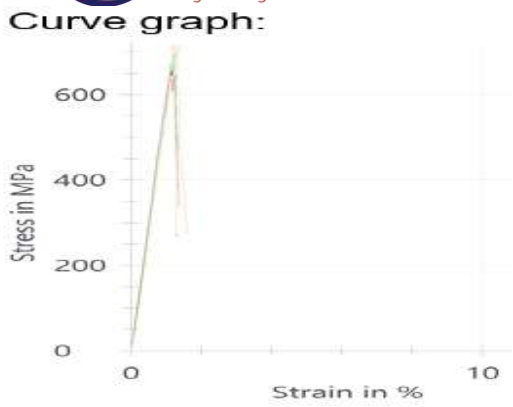
Tablo 2. Tek yönlü karbon 0^0 elyaf yönlenme açılı iki katlı (TYK 0 Ç 2) kompozit grubunun çekme test sonuçları ve ortalamaları.

Results table:

Legend	No.	Type	E_t MPa	σ_m MPa	ε_m %	σ_b MPa	ε_b %	b mm	h mm	A_0 mm²
	1	TYK 0 Ç 2-1	58000	716	1,2	716	1,2	10,9	1,3	14,2
	2	TYK 0 Ç 2-2	59300	696	1,2	696	1,2	10,5	1,32	13,9
	3	TYK 0 Ç 2-3	56400	660	1,2	660	1,2	10,5	1,37	14,4
	4	TYK 0 Ç 2-4	51600	716	1,3	716	1,3	10,5	1,48	15,5

Statistics table:

Series n = 4	E_t MPa	σ_m MPa	ε_m %	σ_b MPa	ε_b %	b mm	h mm	A_0 mm²
x	56300	697	1,2	697	1,2	10,6	1,368	14,5
s	3370	26,4	0,065	26,4	0,065	0,2	0,08057	0,7
v [%]	5,98	3,79	5,24	3,79	5,24	1,89	5,89	5,06



Tek yönlü karbon 0^0 elyaf yönlenme açısına sahip iki kattan oluşan numunelerin (TYK 0 Ç 2) çekme test sonuçlarına baktığımızda değerlerin tek katta olduğu gibi birbirine yakın olduğunu görmekteyiz. Tek katlı numuneler ile karşılaştırdığımızda iki katlı numunelerin elastisite değerleri arasındaki farkın daha fazla, kopma mukavemet değerleri arasındaki farkın daha az olduğu belirlenmiştir. Test sonrası numune resimleri karbon liflerinin yönlenme doğrultusunda kopma yaşandığını göstermektedir. Tek katlı numuneler de olduğu gibi numunelerde parçalanmanın olmadığı gözlenmiştir.

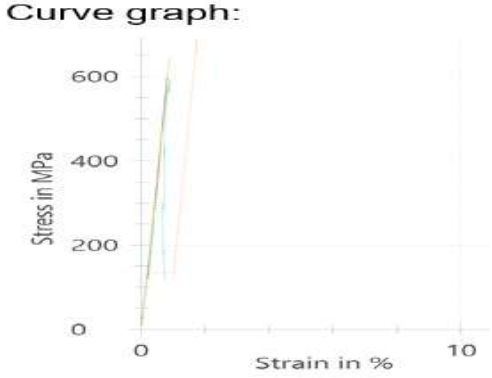
Tablo 3. Tek yönlü karbon 0^0 elyaf yönlenme açılı üç katlı (TYK 0 Ç 3) kompozit grubunun çekme test sonuçları ve ortalamaları.

Results table:

Legend	No.	Type	E_t MPa	σ_m MPa	ε_m %	σ_b MPa	ε_b %	b mm	h mm	A_0 mm²
	1	TYK 0 Ç 3-1	68900	687	1,7	687	1,7	10,6	1,63	17,3
	2	TYK 0 Ç 3-2	71600	595	0,92	595	0,92	10,7	1,65	17,7
	3	TYK 0 Ç 3-3	69500	596	0,81	119	0,21	10,7	1,59	17,0
	4	TYK 0 Ç 3-4	71000	645	0,88	129	0,21	10,7	1,7	18,2

Statistics table:

Series n = 4	E_t MPa	σ_m MPa	ε_m %	σ_b MPa	ε_b %	b mm	h mm	A_0 mm²
x	70200	631	1,1	383	0,77	10,68	1,643	17,5
s	1270	44,5	0,44	301	0,73	0,05	0,04573	0,5
v [%]	1,81	7,05	40,24	78,66	94,37	0,47	2,78	2,91



Tek Yönlü Karbon 0^0 elyaf yönlenme açılı üç katlı (TYK 0 Ç 3) kompozit grubunun çekme test sonuçlarına baktığımızda değerlerin birbirine yakın olduğunu görmekteyiz. Üç katlı numunelerin süneklilikleri arasındaki oranın tek ve iki kata göre daha düşük olduğu kopma mukavemet değerleri arasındaki oranın ise tek kata göre daha az iki kata göre ise daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Test sonrası numune resimlerine baktığımızda en az deformasyonun üç katlılarda olduğu ancak bazı numunelerden parça koptuğu görüldü.

Tablo 4. Tek yönlü 0^0 elyaf yönlenme açısına sahip numunelerin ortalama çekme testi sonuçları.

Numune	Elastisite (E_t) MPa	Kopma Mukavemeti (σ_m) MPa	Kopma Uzama Yüzde Değerleri (ε_m) %
TYK 0 Ç 1	34300	484	1,4
TYK 0 Ç 2	56300	697	1,2
TYK 0 Ç 3	70200	631	1,1

Tek yönlü karbon elyaftan üretilmiş 0^0 elyaf yönlenme açısına sahip kompozit malzemelerin değerlerine bakıldığında katman sayılarının artmasıyla birlikte malzemenin elastisite değerlerinde artma yaşanırken kopma mukavemet değerlerinde önce yükselme yaşanmış daha sonra katman sayısının üçe çıkmasıyla birlikte azda olsa düşüş yaşandığı tespit edilmiştir. Bu gruba ait kompozit malzemelerin katman sayısının artması ile daha gevrek bir hale dönüştüğü görüldü.

Tablo 5. Tek yönlü karbon 0^0 elyaf yönlenme açılı tek katlı (TYK 0 E 1) kompozit grubunun üç nokta eğme test sonuçları ve ortalamaları.

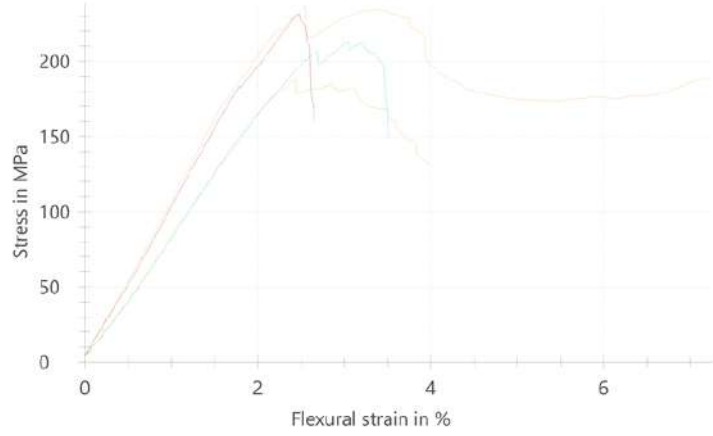
Results table:

Legend	No.	Type	Ef MPa	σfM MPa	εfM %	σfB MPa	εfB %	Lv mm	h mm	b mm
	1	TYK 0 E 1-1	9880	237	2,6	187	7,2	30	1,08	10
	2	TYK 0 E 1-2	6870	213	3,0	213	3,0	30	1,05	10
	3	TYK 0 E 1-3	9210	232	2,5	232	2,5	30	0,95	10
	4	TYK 0 E 1-4	7220	189	2,4	132	4,0	30	1,02	10

Statistics table:

Series n = 4	Ef MPa	σfM MPa	εfM %	σfB MPa	εfB %	Lv mm	h mm	b mm
x	8290	218	2,6	191	4,2	30	1,025	10
s	1480	21,7	0,29	43,3	2,1	0,000	0,05568	0,000
v [%]	17,79	9,96	10,95	22,69	50,59	0,00	5,43	0,00

Curve graph:



Tek Yönlü Karbon 0^0 elyaf yönlenme açılı tek katlı (TYK 0 E 1) kompozit grubunun eğme test sonuçlarına baktığımızda numune değerlerin farklılık gösterdiği görülmekte. Test sonrası numune resimlerinde karbon liflerinin yönlenme doğrultusunda kırılmaların olduğu fakat tam olarak kopma yaşanmadığı görüldü.

Tablo 6. Tek yönlü karbon 0^0 elyaf yönlenme açılı tek katlı (TYK 0 E 1) kompozit grubunun üç nokta eğme test sonuçları ve ortalamaları.

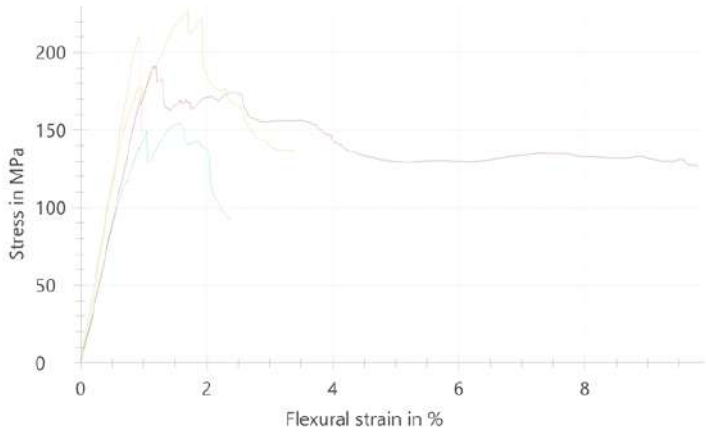
Results table:

Legend	No.	Type	E_f MPa	σ_{fM} MPa	ε_{fM} %	σ_{fB} MPa	ε_{fB} %	Lv mm	h mm	b mm
	1	TYK 0 E 2-1	22400	211	0,92	211	0,92	30	1,35	10
	2	TYK 0 E 2-2	16400	155	1,5	92,8	2,4	30	1,45	10
	3	TYK 0 E 2-3	17600	191	1,2	125	9,8	30	1,47	10
	4	TYK 0 E 2-4	24000	227	1,7	136	3,4	30	1,35	10

Statistics table:

Series n = 4	E_f MPa	σ_{fM} MPa	ε_{fM} %	σ_{fB} MPa	ε_{fB} %	Lv mm	h mm	b mm
x	20100	196	1,3	141	4,1	30	1,405	10
s	3670	31,3	0,35	49,9	3,9	0,000	0,06403	0,000
v [%]	18,25	15,96	26,11	35,31	94,66	0,00	4,56	0,00

Curve graph:



Tek yönlü karbon 0^0 elyaf yönlenme açılı iki katlı (TYK 0 E 2) kompozit grubunun üç nokta eğme test sonuçlarına baktığımızda numune değerlerin farklılıklar olduğunu görmekteyiz. Tek katlı numunelere göre daha mukavim olmasına karşın grup içerisindeki eğilme mukavemet değerler arasındaki oranın daha çok arttığı görüldü. Numune resimleri bizlere karbon liflerinin yönlenme doğrultusunda kopmaların yaşandığını ama tüm liflerde kopma yaşanmadığı için numunenin tam olarak kopmadığı görüldü.

Tablo 7. Tek yönlü karbon 0^0 elyaf yönlenme açılı tek katlı (TYK 0 E 1) kompozit grubunun üç nokta eğme test sonuçları ve ortalamaları.

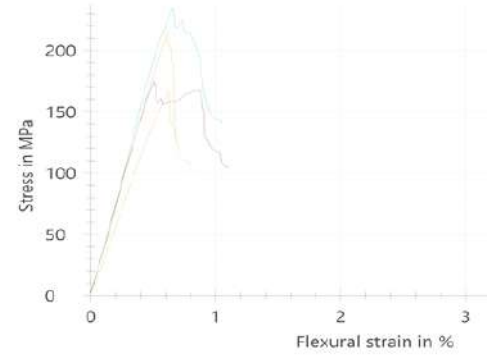
Results table:

Legend	No.	Type	E_f MPa	σ_{fM} MPa	ε_{fM} %	σ_{fB} MPa	ε_{fB} %	Lv mm	h mm	b mm
	1	TYK 0 E 3-1	29300	168	0,63	168	0,63	50	1,95	10
	2	TYK 0 E 3-2	36800	235	0,66	235	0,66	50	1,7	10
	3	TYK 0 E 3-3	36800	175	0,50	105	1,1	50	1,7	10
	4	TYK 0 E 3-4	36500	216	0,62	216	0,62	50	1,82	10

Statistics table:

Series n = 4	E_f MPa	σ_{fM} MPa	ε_{fM} %	σ_{fB} MPa	ε_{fB} %	Lv mm	h mm	b mm
x	34800	198	0,60	181	0,75	50	1,793	10
s	3710	32,4	0,067	58,1	0,24	0,000	0,1193	0,000
v [%]	10,66	16,32	11,13	32,07	31,53	0,00	6,65	0,00

Curve graph:



Tek yönlü karbon 0^0 elyaf yönlenme açılı üç katlı (TYK 0 E 3) kompozit grubunun üç nokta eğme test sonuçları diğer katmanlara göre numune değerlerin birbirine daha yakın olduğunu görüldü. Elastisite ve eğilme mukavemet değerlerinde yukarı yönde sürekli bir artış tespit edildi. Numune resimleri aynı gruba ait farklı katman sayılarındaki numunelerde olduğu gibi karbon liflerinin yönlenme doğrultusunda kırılmaların yaşandığını fakat numunenin tam olarak kopma olmadığını gösterdi.

Tablo 8. Tek yönlü 0^0 elyaf yönlenme açısına sahip numunelerin ortalama üç nokta eğme testi sonuçları.

Numune	Elastisite (E_f) MPa	Eğilme Mukavemeti (σ_{fM}) MPa	Eğilme Uzama Yüzde Değerleri (ε_{fM}) %
TYK 0 E 1	8290	218	2,6
TYK 0 E 2	20100	196	1,3
TYK 0 E 3	34198	198	0,6

Tek yönlü karbon elyaftan 0^0 elyaf yönlenme açısına göre üretilen kompozit malzemelerin üç nokta eğme test sonuçlarına bakıldığında katman sayısının artmasıyla birlikte malzemenin elastisite değerlerinin arttığı görüldü. Eğilme mukavemet değerlerine bakıldığında ise tek kattan oluşan kompozit malzemenin değerinin iki ve üç kattan oluşan malzemelere göre daha büyük değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Tek yönlü karbon elyaftan 0^0 elyaf yönlenme açısına göre polyester matris kullanılarak üretilen kompozit malzemelerin çekme ve üç nokta eğme test sonuçları karşılaştırıldığında katman sayılarındaki artış ile birlikte elastisite değerlerinde sürekli bir pozitif artışın yaşandığı görülmüştür. Kopma mukavemet değerlerinde katman sayısının ikiye çıkmasıyla artma yaşandığı görülürken, katman sayısının üç olmasıyla birlikte azda olsa bir düşüş olduğu görülmüştür. Eğilme mukavemet ortalama değerinde ise katman sayısının artmasıyla birlikte düşüş yaşandığı görülmüştür. Her iki test sonucunda katman sayısının artmasıyla birlikte kompozit malzemenin daha kırılgan bir hal aldığı tespit edilmiştir.

Tek yönlü karbon elyaftan 0^0 elyaf yönlenme açısına göre polyester matris kullanılarak üretilen kompozit malzemelerde katman sayısının artmasıyla birlikte elastisite değerlerinin sürekli artacağı düşünülmüştür. Kopma mukavemet ve eğilme mukavemet değerlerinin ise daha fazla katman sayısına çıkılmasıyla birlikte nasıl bir değer alacağı tam olarak bilinmemektedir. Üretilen kompozit malzemesinin katman sayısındaki artış sonucu daha çok kırılgan hal alacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Choi, H. Y. ve Chang, F. K. (1992), A model for predicting damage in graphite/epoxy laminated composites resulting from low-velocity point impact. *Journal of composite materials*, 26(14), 2134-2169.

2. Çağlarer, E. (2012), "Karbon elyaf hasarlarının elektriksel yöntemlerle tespiti" Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
3. De Moura, M. F. S. F. ve Marques, A. T. (2002), Prediction of low velocity impact damage in carbon–epoxy laminates. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 33(3), 361-368.
4. Demirel, A. (2007), "Karbon elyaf takviyeli epoksi kompozit malzemelerin karakterizasyonu", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
5. Dilsiz, N., Wightman, J. P. (2000), Effectofacid–base properties ofunsized and sized carbon fibers on fiber: epoxy matrix adhesion, Colloid Surface A., 164,325-336.
6. Djordjevic, I., Sekulic, D. P., Stevanovic, M., (2007), "Carbon fiber composites, main engineering elastic constants and macromechanical characterization", *Journalof Reinforced Plastics and Composites*, 26:1193-1199.
7. Elarabı, S. M. ve Weıdong Y. (2005), "The effect of transversely aligned fibers on the axial tensile strength of carbon epoxy Composites", *Journal of Industrial Textiles*, 35: 39-45.

ISMS
International Symposium
on Academic Studies in Science,
Engineering and Architecture Studies

GEMİ İNŞA SEKTÖRÜNDE EL YATIRMA YÖNTEMİ KULLANILARAK KARBON ELYAF TAKVİYELİ KOMPOZİT ÜRETİMİ[1]

Deniz Güneş[1] & Levent Urtekin[2]

[1](Öğr. Gör.) Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Denizcilik MYO, Gemi İnşaatı Programı, Balıkesir-Türkiye, dgunes@bandirma.edu.tr

[2](Doç. Dr.); Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı, Kırşehir-Türkiye, levent.urtekin@ahievran.edu.tr

Öz: Polyester matrisli kompozit malzeme kullanımı ikinci dünya savaşının başlaması ile birlikte hız kazanmış ve yeni tip kompozit malzeme arayışlarına gidilmiştir. Karbon elyaf takviyeli kompozitlerin ticari olarak kullanımının da bu döneme denk geldiği görülmüştür. Polyester matrisli kompozitlerinin en çok kullanıldığı sektörlerden biriside gemi inşa sektörüdür. Özellikle özel üretim yatlar ve sürat teknelerinde cam takviyeli plastikler (CTP) kullanılırken yerini yavaş yavaş karbon elyaf takviyeli kompozitlere (KTK) bırakmaya başlamıştır. Karbon elyafların kullanımının en önemli nedeni düşük yoğunlukta olmasına karşın çekme, basma dayanımının, elastikiyet değerlerinin çok yüksek ve yorulma değerlerinin iyi olması özellikle mühendislik malzemesi olarak kullanımını arttırmıştır. Karbon elyaf liflerin en büyük dezavantajı ise üretim maliyetlerinin yüksek olmasıdır. Bundan dolayı karbon elyaf takviyeli kompozit üretiminde yüksek teknolojiye sahip üretim yöntemleri ve yüksek değerlere sahip reçine matrisler kullanılmaktadır. Yapılan çalışmada gemi inşa sektöründe halen kullanılan ve en eski üretim metodu olan el yatırma yöntemi kullanılmıştır. Polimer kompozit üretiminde reçine malzemesi olarak polyester reçine en çok kullanılan reçine grubu olduğu için çalışmada tercih edilmiştir. Çalışmada tek yönlü ve çift eksenli olmak üzere iki farklı karbon elyaf takviyesi kullanılmıştır. Kullanılan takviye malzemeleri ile polyester matris malzemesinin el yatırma yöntemi kullanılarak birleştirilmesi sonucu elde edilen kompozit malzemelerinin üretimi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karbon Elyaf, El Yatırma Yöntemi, Polyester, Kompozit,

Abstract: The use of polyester matrix composite material gained momentum with the beginning of World War II and new types of composite materials began to be sought. Commercial use of carbon fiber reinforced composites also corresponds to that period. One of the sectors where polyester matrix composites are used most is the shipbuilding sector. Glass reinforced plastics (GRP) used in special production yachts and speed boats are being gradually replaced by carbon fiber reinforced composites (CRC). Although the most important reason for the use of carbon fibers is their low density, tensile, compressive strength, high elasticity

[1] Bu çalışma Deniz GÜNEŞ'in Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezinden uyarlanmıştır.

values and good fatigue values have increased their use as engineering materials. The biggest disadvantage of carbon fibers is the high cost of production. Therefore, high-tech production methods and high-value resin matrices are used in the production of carbon fiber reinforced composites. In this study, the lay-up method, the oldest production method and still used in the shipbuilding sector, was used. Polyester resin was preferred as the resin material in polymer composite production since it is the most commonly used one. In this study, two different carbon fiber reinforcements, one-way and two-axis, were used. The production of composite materials obtained by combining the reinforcing materials and polyester matrix material by hand deposit method is described.

Keywords: Carbon Fiber, Hand Tilting Method, Polyester, Composite,

GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte ihtiyaç duyulan malzeme özellikleri de değişmiş ve kompozit malzeme üretimi gelişmeye başlamıştır. İkinci dünya savaşıyla gelişimini arttırmaya başlayan polimer matrisli kompozitlerde farklı matris ve takviye malzemeleri arayışlarına gidilmiştir. Karbon elyaflar da bu malzeme çeşitlerinden birisidir. 1950'li yıllar da roket parçalarında kompozit olarak kullanımına başlanan karbon elyaflar ticari bir malzeme olarak sektöre giriş yapmıştır. Karbon elyaf malzemesinin pahalı olması kompozit üretiminde kullanılan yöntemlerin daha teknolojik yöntemler olmasını zorunlu kılmıştır. Karbon elyaf takviyeli kompozit üretiminde ayrıca farklı özelliklere sahip matris malzemeleri kullanılmaya çalışılmış ve elde edilen son ürünün istenen özellikleri sağlayıp sağlamadığına bakılmıştır. Karbon elyaf takviyeli kompozit malzeme ile ilgili oldukça fazla çalışma yapılmıştır ve halen yapılmaktadır.

Arslan vd. lerinin (2018) yapmış oldukları çalışmada karbon fiber takviyeli kompozit malzemelerinin içerisine metal tel örgü ekleyerek katı partikül erozyonunu incelemişlerdir. Bu incelemede katı partikül erozyonlarını karakterize ederek yüzeyde oluşan aşınma miktarını analiz etmişlerdir. Testlerini ASTM G 76 standardına göre hazırlamış oldukları test düzeneğinde yapmışlardır. Yapılan testler sonucu 75^0 çarpma açısı ile oluşan korozyon değerinin mininum değerde olduğu, 45^0 çarpma açısı ile ise daha çok aşınma yaşandığını tespit etmişlerdir.

Atlı ve Evcin (2017) yapmış oldukları çalışmada karbon fiber takviyeli silikon matrisli üretilen kompozit malzemelerde matris malzemesinin içerisine katkı malzemeleri ekleyerek matrisin viskosite değerini düşürerek daha iyi bir akış sağlamak ve böylece takviye malzemesini sarmasını amaçlamışlardır. Üretilen kompozit malzemelerin ara yüzey kayma mukavemet değerlerini incelemişlerdir. Sonuç olarak matris malzemelerine katılan katkı malzemelerinde en iyi sonucu diklorometan

ilavesiyle olduğunu bulmuşlardır. Diğer katkı maddeleri matris malzemesini inceltiğini ancak çok iyi bir yayılma ve yapışma yapamadığı göstermiştir

Baral vd. lerinin (2008) yapmış olduğu çalışmada, tekyönlü karbon elyaf takviyeli epoksi matrisli kompozitlerin enine gerilim değerlerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlarda karbon lif modüllerinin 380-640 GPa arasında değiştiğini görmüşlerdir. Poliakrilonitril (PAN) esaslı karbon lifli kompozitlerin modül değeri arttıkça delaminasyon dirençlerinde ve enine hata zorlanmalarının düştüğü belirlenmiştir. Zift esaslı karbon elyaf lifli kompozitlerin PAN esaslı karbon elyaf lifli kompozitlere göre enine kata zorlanmasının daha iyi olduğunu tespit etmişlerdir.

Bergmann vd. lerinin (2015) yapmış oldukları çalışmada, farklı takviye ve farklı matris malzemeleri kullanarak elde ettikleri kompozitlerin çekme deneyi sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Takviye malzemesi olarak cam, aramid ve karbon elyaf kumaşlar kullanırken matris malzemesi olarak ise epoksi, sertleştirilmiş epoksi ve polieter eter keton kullanmışlardır. Karbon elyaf kumaş takviyeli epoksi matrisli kompozit malzemesinden elde edilen numunelerle çekme testi yapılmış ve çıkan sonuçları referans olarak kullanmışlardır. Sertleştirilmiş epoksi matris ile üretilen karbon elyaf takviyeli kompozitlerin, referans numunesine göre esneklik katsayısı ve çekme gerilme değerinden %4 daha iyi olduğunu tespit etmişlerdir. Cam elyaf kumaş takviyeli kompozitlerin referans numunesi ile karşılaştırıldığında esneklik kat sayısında %14, çekme gerilmesinde ise %22,5' lik bir düşüşün olduğu aramid elyaf kumaş takviyeli kompozitlerde ise cam elyafa göre çekme gerilmesinde az da olsa artış olurken esneklik katsayısında büyük bir düşüş olduğunu tespit etmişlerdir.

Botelho ve Rezende'nin (2006) yapmış oldukları çalışmada, örülmüş karbon elyaf takviyeli poliamid 6 (PA6) ve poliamid 66 (PA66) matrisli kompozitlerin sıcak basınç kalıplama yöntemiyle üretilmeleri esnasındaki süreç şartlarını optimize etmeye çalışılmışlardır. Bunun için ısıl ve reolojik analizler yapmışlardır. Yapılan analizler sonucunda PA66 için 290 ^{o}C, PA6 için ise 250 ^{o}C sürek sıcaklığı belirlemişlerdir. Karbon elyaf miktarının artmasıyla kayıp modül değerinin de arttığını tespit ederken camsı geçiş sıcaklığının değişmediğini görmüşlerdir.

Çelikçi (2013) yapmış olduğu tez çalışmasında, kesikli karbon elyaf takviye malzemesini polietilen matris içerisine farklı ağırlık oranlarına göre yerleştirerek ekstrüzyon ile karıştırıp enjeksiyon yöntemiyle kompozit malzemeler elde ederek mekanik ve ısıl özelliklerini incelemiştir. Çalışmada çekme, darbe ve sertlik testleri yapılmıştır. Testler sonucu elyaf miktarındaki artış ile doğru orantılı olarak çekme, darbe ve

elastik modülünde artış olurken kopma uzamasında ise azalma olduğunu tespit etmiştir.

Fu vd. lerinin (2000) yapmış oldukları çalışmada, ekstrüzyon yöntemini kullanarak kısa cam elyaf takviye ve kısa karbon elyaf takviye malzemeleriyle polipropilen martis malzemesini karıştırarak, enjeksiyon kalıplama yöntemiyle kompozit malzemeleri hazırlamışlardır. Hazırlamış oldukları kompozitlerin çekme deneyi sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Sonuçlara bakıldığında, ortalama elyaf uzunluğunun elyafların ağırlıkça karışım oranlarının artması ile her iki elyaf için azaldığını bulmuşlardır. Kompozitlerin çekme geriliminin, ağırlıkça elyaf oranından daha çok ortalama elyaf uzunluğu veya elyaf en-boy oranına bağlı olduğunu tespit etmişlerdir. Elastik modülün de belirleyici etkenin ise ağırlıkça elyaf oranı olduğu görünmüştür. Elyaf etkinlik faktörü için kompozitlerin çekme gerilimi ve elastik modülleri, kısa cam elyaf için ağırlıkça elyaf oranı arttıkça elyaf etkinlik faktörünün azaldığını ancak kısa karbon elyaflara göre daha yüksek olduğunu görmüşlerdir.

Yapmış olduğumuz çalışmada ise farklı dokuma tipine sahip tek yönlü ve çift eksenli karbon elyaftan oluşan ve farklı katman sayılarına sahip takviye malzemeleri ile polyester reçine matris kullanılarak el yatırma yöntemiyle üretilen kompozitlerin üretimi anlatılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Kompozit malzemeler, takviye elamanı ve matris bileşenlerinin sağlamış olduğu mukavemet değerlerindeki üstün özellikleri günümüz malzeme arayışları için vazgeçilmez bir ürün haline gelmiştir. İstenilen özelliklerde ürün elde etmek için kullanılan takviye elamanının yapısı, matris özelliği, dokuma şekli ve sıklığı, tabaka sayısı ve yerleştirilme şekli doğrudan etkilidir. Çalışmamızda takviye elemanı olarak iki farklı dokumaya sahip karbon elyaf kumaş, matris malzemesi olarak polyester, katkı malzemesi olarak Metil etil keton Peroksit (MEK-P) dondurucu ve kobalt hızlandırıcı ve katı ve sıvı ayırıcılar kullanılmıştır.

Matris takviye elemanını saran, gelen yükleri yapının her yerine aktaran, bünyede bulunan gerilmelerin bir kısmını karşılayarak takviye elemanının liflerinde meydana gelecek kırılma ve kopmaları tolere ederek tokluğu arttıran, takviye elemanını dış etkilerden koruyan ve kompozit malzemesinin nihai şeklini almasını sağlayan elemandır. Matris malzemesi olarak genel amaçlı polyester reçine kullanılmıştır. Aşağıdaki Tablo 1. de kullanılan polyester matris reçinesinin özellikleri verilmiştir.

Tablo 1. Polyester reçine özellikleri (http://yucelkompozit.com.tr/urun-recine.html)

a) Sıvı CE 92 N8 Özellikleri		
Özellikler	Birim	Spesifikasyon Değerleri
Görünüm		Berrak
Viskozite	cps	400±60
Asit Sayısı	mgKOH/g	Max.25
Katı Madde Miktarı	%	Min.58
Jelleşme Süresi (25°C)*	dak.	8±2
Egzoterm Pik (25°C)	°C	180±20
b) Sertleşmiş CE 92 N8 Özellikleri		
Özellikler	Birim	Spesifikasyon Değerleri
Sertlik	Barcol	Min.42
Eğilme Dayanımı	kgf/cm^2	Min.900
Çekme Dayanımı	kgf/cm^2	Min.500

Takviye elemanı istenen özellikleri sağlamak için matris içine yerleştirilen elemandır. Takviye elemanı kompozit malzemenin mekanik dayanımını arttırmakla görevlidir. Tek yönlü ve çift eksenli dokuma karbon elyaf kumaşlar hazır olarak temin edilmiştir. Tek yönlü karbon elyaf kumaşlar tek yönde mukavemet ve rijitlik istenen uygulamalarda sıkça kullanılan elyaflardır. Gemicilik, otomotiv, inşaat ve rüzgâr türbin kanadı sektör uygulamalarında kullanılmaktadır. Çift eksenli karbon elyaf kumaşlar çok yönlü takviyelerin gerekli olduğu durumlarda çok kullanışlıdırlar. Aşağıdaki Tablo 2. ve 3. de her iki karbon elyaf kumaşın özellikleri verilmiştir.

Tablo 2. Tek yönlü karbon elyaf kumaşın özellikleri (http://www.metyx.com/cok-yonlu-multiaxial-orguler/)

Özellik	Birim	Değer
Yoğunluk	g/cm^3	1,8
Isıl iletkenlik (standart modül için)	W/m*K	20
Elastisite Modülü	GPa	220-240
Çekme Dayanımı	MPa	3450-4850
Flament çapı	µm	5-8
Kopma Uzaması	%	1,6-2,2
Elektriksel Öz Direnç	µΩ	1650
Korozyon Direnci		İnorganik, asit ve bazlardan etkilenmez

Tablo 3. Çift eksenli karbon elyaf kumaşın özellikleri (https://www.fibermaxcomposites.com/ shop/carbon-fabrics-c-36.html)

Özellik	Birim	Değer
Çekme dayanımı	MPa	4550-4900
Elastisite Modülü	GPa	230-240
Kopma Uzaması	%	2,1
Yoğunluk	g/cm^3	1,8
Lif filament sayısı	adet	800
Özgül Isı	cal/g. C	0,77
Özgül Direnç	$X10^{-3}$ Ω.cm	1,6
Isıl Genleşme Katsayısı	$X10^{-6}/K$	-0,38
Termal İletkenlik	cal/cm.s.C	9,8
Kesit Alanı	mm^2	0,44
Filament çapı	µm	6,9

Kompozit malzemelerinde matris malzemesi ve takviye elemanları arasında kimyasal ve fiziksel olarak bir etkileşim yoktur. Bu etkileşim katkı maddelerinin matris malzemesinin içine katılmasıyla sağlanır. İki çeşit katkı maddesi kullanılır. Birincisi matris malzemesinin donmasını sağlayan katkı maddesi ikincisi ise matris malzemesinin kürleşmesini sağlayan hızlandırıcılardır. Çalışmamızda dondurucu olarak metil etil keton peroksit (MEK-P) ve hızlandırıcı olarak kobalt kullanılmıştır. Aşağıdaki Tablo 4. ve 5. de dondurucu ve hızlandırıcıların özellikleri verilmiştir.

Tablo 4. MEK-P dondurucunun özellikleri (http://yucelkompozit.com.tr/urun-recine.html)

Özellikler	Birim	Değer
Görünüm	-	Berrak sıvı
Renk	-	Renksiz
Aktif Oksijen içeriği	%	9,9
Peroksit içeriği	%	35
Plastikleştirici içeriği	%	>55
Kaynama noktası/aralık	C	100 C bozunmalar
Parlama noktası (kapalı kap)	C	Uygun değil
Yanıcılık ASTM D-4206-96	-	Tutuşmaya dayanamaz
Kendiliğinden hızlandırılmış bozunma sıcaklığı	C	>60 C
Relatif yoğunluk UNI EN ISO 12185-00	D 20/20	1.050
Viskosite 20 C ISO UNI EN 3104	mPA.s	19

Tablo 5. Kobalt hızlandırıcısının özellikleri (http://yucelkompozit.com.tr/urun-recine.html)

Özellik	Birim	Açıklama
Görünüş	-	Şeffaf mavi sıvı
Çözgen	-	White spirit, Toluene
25 C de yoğunluk	gr/cm^3	0,92
20 C de akıcılık	mPA.s	6,5-7,5
Metal ihtivası	%	6± 0,05
Renk	-	Koyu mavi
Alevlenme sıcaklığı	C	39 (COC)
Kendi kendine yanma sıcaklığı	-	Tespit edilemedi
Suda çözünürlük	-	Çözünmez
Genel Kullanım oranı	%	0,3-2

Üretimi yapılan kompozit malzemesinin kalıptan kolay ayrılmasını sağlamak için kalıp ayırıcılar kullanılır. Genel olarak katı ve sıvı kalıp ayırıcılar kullanılır. Kullanmış olduğumuz kalıp ayıcıların özellikleri aşağıdaki Tablo 6. ve 7. de verilmiştir.

Tablo 6. Polivaks katı SV-6 ayırıcı özellikleri (https://www.poliya.com/tr/kalip-ayirici-vakslar)

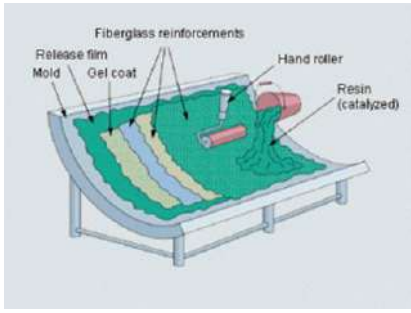
Özellik	Açıklama
Vaks Bazı	Karnauba, Balmumu, Mineral Vakslar
Solvent Bazı	Alifatik Hidrokarbonlar
Görünüm	Krem renkli pasta kıvamında
Kullanım şekli	Yüzeyi temiz kalıba ince film tabakası şeklinde 3-5 kez uygulanır. Her tabaka arasında 15 dakika beklenir ve son tabakadan sonra 20 dakika beklenerek polyester uygulanır.

Tablo 7. Polivaks sıvı PVA ayırıcı özellikleri (https://www.poliya.com/tr/kalip-ayirici-vakslar)

Özellik	Açıklama
Vaks Bazı	Polivinilalkol
Solvent Bazı	Etanol
Görünüm	Mavi renkli sıvı
Kullanım şekli	Yüzeyi temiz kalıba ince film tabakası şeklinde önce Polivaks N uygulanır ve 20 dakika beklenir. Daha sonra Polivaks sıvı PVA uygulanır ve son tabakadan sonra 20-40 dakika beklenerek polyester uygulanır.

Karbon elyaf takviyeli polyester matrisli kompozit üretiminde bilinen en eski yöntem olan el yatırma yöntemini kullandık. Üretim aşamaları aşağıda maddeler halinde verilmiştir. Şekil 1. de el yatırma yönteminin gösterimi verilmiştir.

- Tek yönlü ve çift eksenli karbon elyaf kumaşlar makasla kesilir.
- Mevcut kalıbın üzerinde bulunan hatalar var ise tamiratının yapılması. Yapılan tamirat kalıp malzemesinin cinsine göre seçilmelidir. Tamirat sonrası kalıpta herhangi bir kırık, çatlak ve hava kabarcığına neden olacak bir yükseltinin olup olmadığı kontrol edilir. Hazır olan kalıbın uygulama yüzeyi temizlenir. Öncelikle kuru sonra nemli daha sonra tekrar kuru bir bezle silinir. Daha sonra aseton ile ıslatılmış bir bez yardımıyla son bir temizleme işlemi yapılır.



Şekil 1. El yatırma yöntemi ile karbon elyaf takviyeli polyester matrisli kompozit üretim yöntemi (https://malzemebilimi.net/elyaf-takviyeli-kompozit-malzemelerde-el-yatirma-yontemi.html)

- Hazır hale gelen kalıp üretilecek malzemeden kolay ayrılması için SV6 katı ayırıcı (Katı vaks) sürülür. Katı vaks uygulaması bir süngerle ya da bez ile kalıba tortu kalmayacak şekilde uygulanmalıdır. Daha sonra PVA sıvı ayırıcı (Sıvı vaks) aynı şekilde ince bir tabaka olarak uygulanır. Katı ayırıcılar genelde kalıp ilk kez kullanıldığında, kalıp uzun süre kullanılmadıysa ya da seri üretim için kullanılan kalıplarda belli ürün sayısından sonra sürülür. Sıvı ayırıcı ise her üretimden önce kullanılır. Kalıp üzeri önce Polivaks SV-6 katı kalıp ayırıcı sürülerek 15-20 dakika beklenir daha sonra Polivaks sıvı PVA ayırıcı sürülerek yine kuruyana kadar 25-30 dakika beklenir.
- Reçine (Jelkot) hazırlığı yapılır. El yatırma yönteminde fırça tipi reçine kullanılır. Kullanılan reçine yoğunluğu fazla olmasına karşın tek başına donup sertleşemez. Reçine malzemesinin içerisine Metil Etil Keton Peroksit (MEK-P) ilave ederek donması, donma işleminin hızlı olması için katalizör bir malzeme olan Kobalt kullanılır. El yatırma yöntemlerinde Reçine / MEK-P oranı %0,3-1, Reçine / Kobalt oranı %0,3-1 arasındadır. Polyester reçinenin içerisine ölçekler kullanılarak %0,3 oranlarında

dondurucu ve hızlandırıcı eklenerek hazır hale getirilir. Kullanılan katkı maddelerinin oranı ortam sıcaklığına göre değişkenlik gösterir.

- Hazırlanan reçine (jelkot) kalıp yüzeyine rulo ve/veya fırça yardımıyla uygulanır. Çıkacak üründe elyafların görünmesi istenmiyorsa renkli reçine ya da şeffaf reçine içerisine renk pigmentleri eklenerek uygulama yapılır.

- İlk reçine katmanının üzerine serilen karbon elyaftan sonra tekrar reçine uygulaması fırça ve rulo yardımıyla yapılır. Reçine uygulandıktan sonra elyafta boşluk oluşmaması ve reçinenin elyafı iyi ıslatıp sarması için çırçır rulo ile tüm kalıp yüzeyinin üzeri taranır. Özellikle girintili çıkıntılı, köşe noktalar çırçır rulo ile yapılmıyorsa fırça yardımıyla bastırılarak reçine elyaf malzemeye yedirilir. Bu işlem her bir elyaf katmanında tekrarlanır. Maliyeti azaltmak için ara yüzeylerde şeffaf reçine kullanılır. Reçinenin sürülmesinden sonra karbon elyaflar yerleştiril ve üzerine tekrar reçine sürülür.

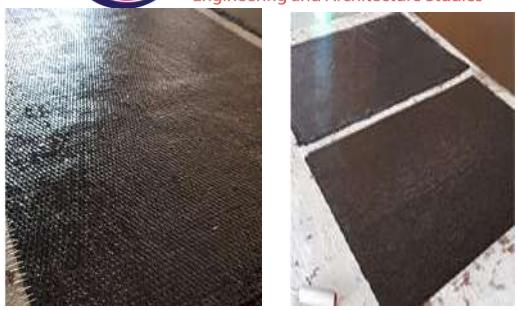
- İstenilen ürün kalınlığına ulaşıldıktan sonra ürünün kuruması beklenir. Ürünün kuruma ömrü reçine malzemesine eklenen dondurucu ve hızlandırıcı katkı maddelerinin katılma oranına göre ve ortam koşullarına göre değişmektedir.

- Kalıp üzerinde donup sertleşen ürün mukavim hale geldikten sonra kalıptan çıkartılır. Çıkarılan üründe imalat hatası olup olmadığına bakılarak kontrol edilir. Ürün tek kalıpla üretiliyor ise kullanıma hazırdır. İki ya da daha fazla kalıp ile üretiliyor ise kalıplardan çıkarılan ürünler birleştirilerek kullanıma hazır hale getirilir.

-







Şekil 2. El yatırma yöntemi ile karbon elyaf takviyeli polyester matrisli kompozit üretim aşamaları

TARTIŞMA VE SONUÇ

Gemi inşasında kullanılan karbon elyaf takviyeli kompozit ile yapılan parçalara örnek olarak aşağıdakileri verebiliriz (Wilson, 2009; Sivri, 2008);

- Zincir plakaları
- Dümen
- Rulman
- Yelken direkleri
- Sandviç paneller
- Şasi
- Elektronik komponentler
- Dişli kutusu

Gemi inşa sektöründe karbon elyaf takviyeli kompozit malzemelerin üretim yöntemlerine baktığımızda çoğunlukla vakum torbası yöntemi ve reçine püskürtme yönteminin kullanıldığını görmekteyiz. Bunun nedeni karbon elyafın pahalı olması, üretim süresinin daha kısa sürmesinin istenmesi ve yüzey pürüzlülüğünün minimum düzeyde olması istendiğinden olduğunu görüyoruz.

El yatırma yöntemi diğer yöntemlere göre basit ve makine yatırımı olmadığı için ucuzdur. Fakat el işçiliği olduğu için üretilen parça sayısı az ve işçinin hatalı ürün yapma olasılığı vardır. Bunun dışında özellikle reçine için kullanılan katkı madde oranlarının yanlış seçilmesi ile reçinenin elyafa uygulanmadan donması sonucu reçine sarfiyatına ya da reçinenin geç donmasından dolayı zaman kaybına neden olabilir. Kalıp için kesilmiş elyaf parçalarının yanlış ya da fazla kesilmiş olması elyaf sarfiyatına neden olur. El yatırma yönteminde kullanılan reçineler çoğunlukla polyester ve epoksi reçinelerdir.

Reçine püskürtme yöntemi genel olarak el yatırma yöntemine benzemektedir. Bu yöntemde reçine karışımı ve uygulaması el ile değil makine ile yapılmaktadır. Reçine karışımı makine ile hazırlandığı için donma riski yoktur ve uygulaması da daha kolay ve hızlıdır. Bu yöntemdeki sıkıntılara baktığımızda ise ilk yatırımın daha pahalı olması, reçine uygulandıktan sonra tabancanın temizliğine dikkat edilmesi gelmektedir. Kullanılan elyaf sarfiyatı el yatırma yöntemiyle aynıdır.

Vakum torbası yönteminde karbon elyaf öncelikle kalıba yerleştirilir ve ardından kalıp naylon ya da selefon malzemesinden yapılmış vakum torbası ile hava almayacak biçimde kaplanır. Vakumun yapılacağı kanallar ve reçinenin akacağı kanallar yerleştirilir. Vakuma başlandıktan sonra içerdeki hava boşaltılırken reçine elyaf malzemeyi sarıp ıslatır ve vakum torbası da basınç oluşturarak malzemenin kalıba yapışmasını sağlar. Bu yöntem el yatırma ve püskürtme yöntemlerine benzemektedir. Malzemeye basınç uygulandığı için kalitesi daha iyidir.

El yatırma yöntemiyle ürettiğimiz kompozit malzemlerin istenen özellikleri vermesi için işçiliğin çok önemli olduğu görülmüştür. Dikkatli bir şekilde yapılan işçilik ile birlikte elde edilen kompozit malzemenin diğer yöntemlerle aynı özellikleri verdiği görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Arslan, G., Fıdan, S. ve Sınmazçelık, T. (2018), Karbon Fiber Metal Tel Hibrit Takviyeli Polimer Kompozitlerin Katı Parçacık Erozyonu Davranışı. *Bilim ve Mühendislik Dergisi*, *5* (1), 182-190.
2. Atlı, I. S. ve Evcin, A. (2017), Karbon Fiber-Silikon Arayüzey Kayma Kuvvetinin İrdelenmesi Üzerine Deneysel Bir Çalışma. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, *4*(3), 541-546.
3. Baral, N., Guezenoc, H., Davies, P., Baley, C. (2008), "High modulus carbon fibre composites: Correlation between transverse tensile and mode ı interlaminar fracture properties", *Materials Letters*, 62:1096–1099
4. Bergmann, T., Heimbs, S., Maier, M. (2015), Mechanical properties and energy absorption capability of woven fabric composites under ±45 off-axis tension. *Composite Structures*, 125: 362-373.
5. Botelho E. C., Rezende M. C. (2006), Monitoring of carbon fiber/polyamide composites processing by rheological and thermal analyses, *Polym-Plast. Technol*., 45, 61-69.
6. Çelikçi. H. (2013), Karbon elyaf takviyeli yüksek yoğunluklu polietilenin ısıl ve mekanik özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yalova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yalova

7. Fu, S. Y., Lauke, B., Mäder, E., Yue, C. Y., Hu, X. (2000), Tensile propertiesof short-glass-fiber- and short-carbon-fiber-reinforced polypropylene composites, Composites: Part A, 31,1117–1125.
8. http://yucelkompozit.com.tr/urun-recine.html (07.11.2019)
9. http://www.metyx.com/cok-yonlu-multiaxial-orguler/ (06.11.2019)
10. https://www.fibermaxcomposites.com/shop/carbon-fabrics-c-36.html (07.11.2019)
11. https://www.poliya.com/tr/kalip-ayirici-vakslar (07.11.2019)
12. Sivri, Ç., (2008), "Uçurtma yelken teknolojisi ile denizcilik ve uzay uygulamalarında fonksiyonel yaklaşımlar", *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 31-43.
13. Wilson, A. (2009), "Carbon fiber- From aero to auto?", *International Fiber Journal*, October, 18-22.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ALTERNATIVE SEAL APPLICATION FOR PYROTECHNIC INITIATOR BASE TO BE USED IN MODERATE ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Anıl Yırtıcı [1] & Veli Çelik [2]

[1] Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Mechanical Engineering Department, Ankara-Turkey. E-Mail: anilyirtici@gmail.com

[2] (Prof. Dr.), Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Aerospace Sciences, Aerospace Engineering Department, Ankara-Turkey. E-Mail: vlc@ybu.edu.tr

Abstract: Pyrotechnically actuated devices performing mission critical tasks in many space systems, military and civilian applications use hermetic, glass-to-metal sealed initiators. With the initiation of the pyrotechnic composition, the gas expansion chamber of the device is pressurized to required pressure level with hot combustion products and then the piston performs the intended function with the driven pressure. To succeed the mission, excellent sealing of the pyrotechnic initiator base and hence directing the driven pressure in the correct way is critical design detail. This paper presents an alternative application to glass-to-metal sealing in the pyrotechnic initiator base. With the proper structural design and sealing the inner cavities using commercially available epoxy material according to determined process; a low cost, perfectly sealed, and high pressure resistant initiator has been developed. The epoxy sealed initiator ensures the intended function in moderate environmental conditions. High reliability requirement of the pyrotechnic devices necessitates more than a hundred firings during design stage, so new design reduces the development and product costs substantially.

Keywords: Pyrotechnic Devices, Pyrotechnics, Initiators, Sealing, Epoxy Seal

Introduction

Pyrotechnic devices have long been utilized for variety of aerospace, military and civil applications due to their high reliability, small volume, high power to weight ratio, quick response time etc. After the initiation of pyrotechnic compositions by small external stimulus in the form of mechanical or electrical energy; high pressurized, hot gases are generated as combustion products. Pyrotechnic devices which are generally piston/cylinder devices use this high level thermal energy to perform desired mechanical work such as separation, pulling/pushing against an external load, cutting wire etc. with the adopted movable piston (Han, Sung, Jang and Ryu, 2016). In Apollo spacecraft systems, more than 210 pyrotechnic devices were used per flight to perform many functions (Falbo

and Robinson, 1973). To achieve the intended function of the device, avoiding any gas leakage from the pyrotechnic initiator base and sealing the gas expansion chamber perfectly, hence being able to generate needed driven pressure behind the piston is critical in the structural design.

As shown in example configuration of a pyrotechnic cutter in the Figure 1, initiator(s) is placed into the housing or the piston retainer body directly and then used to pressurize the gas expansion chamber to move the piston for cutting Orion Parachute Riser.

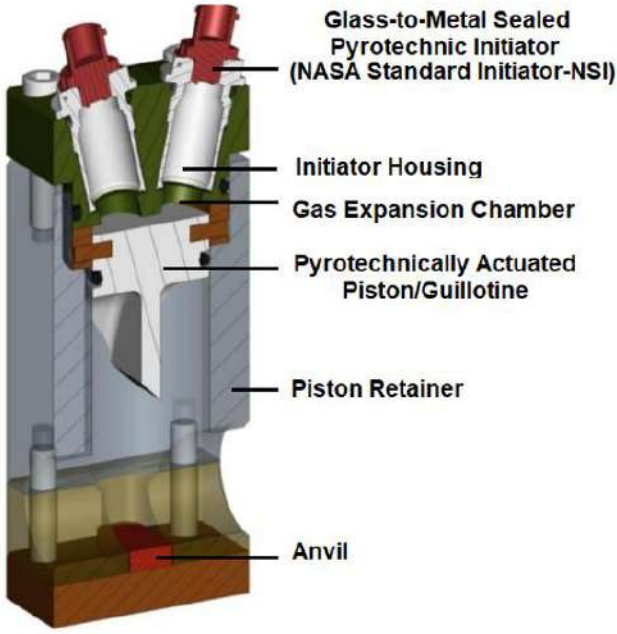


Figure 1 Pyrotechnic Cutter of the Orion Parachute Riser (Oguz and Salazar, 2011)

Another example configuration of the pyrotechnic device actuated by a pyrotechnic initiator is given in Figure 2. It is a block diagram of a normally closed pyrotechnic valve. Before actuation, shear tube is closed and there is no flow. After firing the initiator, booster charge is ignited, and then high pressure is generated at the back of the ram. Ram is accelerated in forward direction in the valve body and breaks the shear tube, hence the flow line is opened.

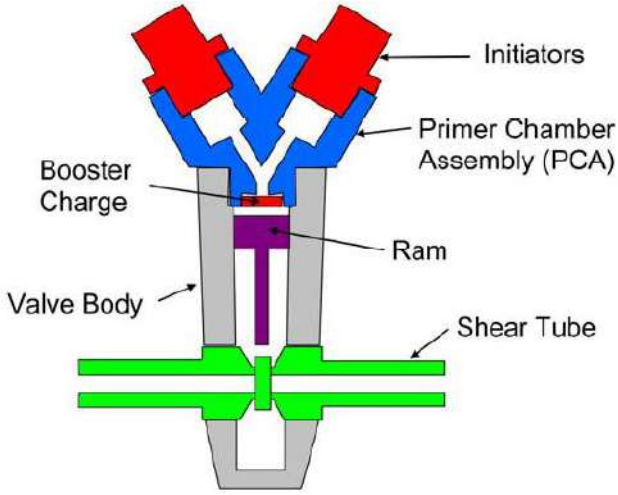


Figure 2 Normally Closed Pyrotechnic Valve Block Diagram (Hagopian, McDougle, and Saulsberry, 2008)

Generally preferred method, by NASA and other companies on the field, for packaging and insulation of electrical and chemical components within the pyrotechnic devices is glass–to-metal sealing. In this method, the glass is heated above its melting temperature and then it bonds to the metal surface without leaving any void. Glass-to-metal seal provides hermetic containment of very corrosive and reactive materials from surrounding environment (Horton, 2011). At the same time, glass-to-metal sealing assures a reliable function that gases are released in the correct direction upon ignition of the pyrotechnic compositions (Kraft, Kuhn and Jurkowski, 2015).

Cross-sectional view of NASA Standard Initiator (NSI) is given in the Figure 3. It is basically composed of a metal body, electrical pins, a charge cup, an end closure, epoxy and glass. Its charge cup consists of 114 mg zirconium potassium perchlorate (ZPP) (Gonthier, Kane, and Powers, 1994). In addition to high pressure sealing capability, its glass-to-metal sealing provides also electrical insulation between electrical pins and the metal body. By sending electrical stimulus as direct current or battery discharge, the bridge-wire in contact with the pyrotechnic composition is heated to ignition temperature. For reliable ignition, thermal contact between the pyrotechnic composition and the bridge-wire must be ensured. High pressure combustion products of the NSI may be used to actuate mechanisms or to ignite propellants and higher explosives (Bement and

Schimmel,1995). The NSI prevents inadvertent initiation; its no-fire energy is 1-amp/1-watt, 5 minutes.

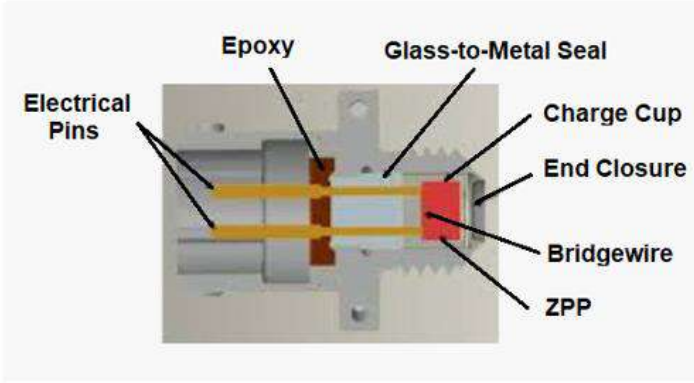


Figure 3 NASA Standard Initiator (Moore et al, 2016)

Glass-to-metal sealing is constructed using special purpose vacuum furnace equipment of 1000°C with precise temperature control, and also the furnace atmosphere should be controlled tightly to prevent oxidation of the metal surfaces.

Alternative Seal Method

In this study, development of a low cost and highly reliable initiator has been studied. It was intended that sealing would be achieved by a cleverly designed initiator body and commercially available sealing material.

Material

In selecting alternative sealing material, the important points taking into consideration are given below;

*High compressive strength of the material due to stress applied by the high pressure combustion products,

*High electrical resistivity to provide insulation between firing pin and casing body,

*Low viscosity enabling to seal the initiator base perfectly without leaving any air bubble and empty space inside initiator body,

*Wide operating temperature range, at least - 40°C < Oper.Temp. < +60°C.

After a detailed literature survey, an off-the-shelf encapsulant epoxy material has been chosen. Test specimens of epoxy material have been

produced and critical physical properties have been measured as given in the Table-1. The material normally used as encapsulant for electronic circuits on harsh environment like deep ocean work was also appropriate for sealing initiator base.

Table 1 Test Results of the Sealing Epoxy Material

Compressive Strength, ISO 604 *(Cured Mixed)*	~63,5 MPa
Shore Hardness, ISO 868, Durometer D *(Cured Mixed)*	~74 Shore D
Volume Resistivity, ASTM D257 *(Cured Mixed)*	$>10^{13}$ Ω.cm
Viscosity @ 25°C *(Uncured Mixed)*	~7000 cP

Application

The new 1A/1W initiator has a metal body as shown in the Figure 4. It is basically composed of a metal body, two electrical pins, a metal charge cup, an end closure which is laser welded to charge cup and epoxy seal. The charge cup consists of 100 mg ZPP. The initiator inner cavity is potted with the two component epoxy mix. After mixing the resin and the hardener in 10:1 ratio, and blending for 2 to 3 minutes using kneading motion to produce uniform mixture, the mixture is poured to into the cavity before curing is started and viscosity becomes higher. To avoid the void and air bubbles, vacuum dearing or vibration should be used. After pouring is completed, curing time of the epoxy is 24 hours at 25°C.

Tests and Results

After first prototypes of the epoxy sealed initiator had been developed, some functional tests were planned. Seven initiators have been environmentally conditioned in low (-40°C), high (+60°C) and room temperatures for 72 hours according to MIL-STD-810 Rev. H, then fired in corresponding test temperatures using dynamic closed bomb test chamber simulating geometrically pyrotechnic device gas expansion chamber. To collect the pressure datum, Kistler Type 6215 High Pressure Sensor having calibrated measurement range of 0-6000 Bar was mounted to the closed bomb as shown in the Figure 4. The functional tests showed that alternative sealing solution has capability to seal the pressure-time profile required to perform desired function. The peak pressure measured was about 60MPa as shown in Figure 5. Firings were recorded with fast cam at 10,000 fps and no leakage was observed. There were no cracks, fracture and any other failure on the epoxy seal visually.

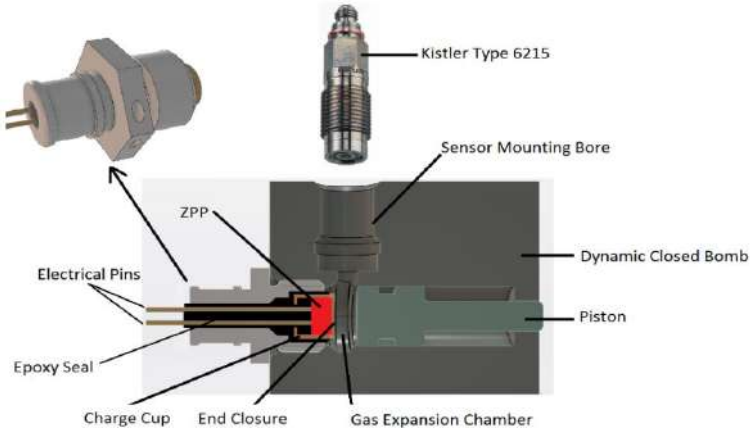


Figure 4 Dynamic Closed Bomb Test Setup

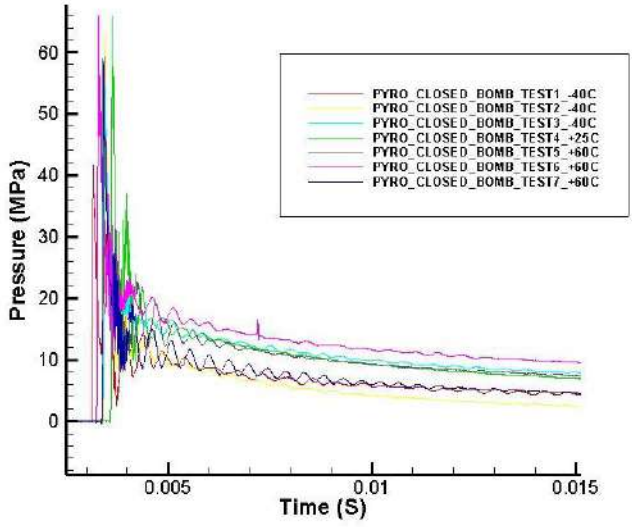


Figure 5 Dynamic Closed Bomb Test Results

Conclusion

In this study; an epoxy sealed, 1A/1W initiator eliminating detailed, sensitive and high cost glass-to-metal sealing process has been developed. Prototypes have been tested in operational, low and high temperature environmental tests. The results showed that commercially available epoxy material has capability to seal the pressure profile required for a new pyrotechnic device which will be developed for intended function. This initiator does not replace the NSI totally for harsh environmental

conditions, or requirements for excellent hermeticity in space standards. It may be used to seal maximum pressure of 30 MPa for about 2 ms which is enough for many small pyrotechnic devices. Using this initiator in early destructive development tests and products to be used in moderate environment applications reduces the process time, development and product costs substantially.

References

Han, D.H., Sung, H.G., Jang, S.G., and Ryu, B.T. (2016). Parametric Analysis and Design Optimization of a Pyrotechnically Actuated Device. *International Journal of Aeronautical and Space Sciences*, 17(3), 409-422. doi: 10.5139/IJASS.2016.17.3.409

Falbo, M.J., and Robinson, R.L. (1973, March). Apollo Experience Report-Spacecraft Pyrotechnic Systems. Manned Spacecraft Center. Texas.

Oguz, S., and Salazar, F. (2011). *Orion Parachute Riser Cutter Development*. Paper presented at the 47th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference, California, USA. Retrieved from https://arc.aiaa.org/doi/abs/10.2514/6.2011-5730

Hagopian, M., McDougle, S.H., and Saulsberry, R. (2008). *NESC Independent Assessment of Pyrovalve Ground Test Anomalies*. Paper presented at the 44th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference, Connecticut, USA. Retrieved from https://arc.aiaa.org/doi/abs/10.2514/6.2008-4798

Horton, W. (2011). *Empirical Study: Failure of Glass-to-Metal Seals During Shock Loading* (Master's thesis, Clemson University). Retrieved from https://pdfs.semanticscholar.org/481c/f97d8576 7f4693f8d9e813cf%20db73c5e42c76.pdf

Kraft, A., Kuhn, C., and Jurkowski O. (2015, June). *United States Patent No.US 8,967,047B2*. Retrieved from https://patents.google.com/patent/ US8967047

Moore, C.J., Morgan, J.G., Carney, J.N., Whittaker, J.T., and Glass, J.D. (2016). *Thermal-Mechanical Characterization of Bridgewires and Surrounding Materials Utilizing Thermal Transient Testing*. Paper presented at the 52nd AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference, Utah, USA. Retrieved from https://arc.aiaa.org/doi/abs/ 10.2514/6.2016-4932

Gonthier, K.A., Kane, T.J., and Powers J.M. (1994). *Modeling Pyrotechnic Shock in a NASA Standard Initiator Driven Pin Puller*. Paper presented at the 30th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference, Indiana, USA. Retrieved from https://arc.aiaa.org/doi/abs/ 10.2514/6.1994-3054

Bement, L.J., and Schimmel, M.L. (1995, June). *A Manual for Pyrotechnic Design, Development and Qualification.* Hampton:Nasa.

METALLURGICAL AND MATERIALS ENGINEERING
METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

TOZ METALURJİSİ YÖNTEMİYLE ÜRETİLEN AZ91 ALAŞIMININ MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE Sİ ELEMENTİNİN ETKİSİ

Effect of Si Element on Mechanical Properties of AZ91 Alloy Produced by Powder Metallurgy Method

Atakan Oğuz Ocak[1] & Mustafa Boz[1] & Mehmet Akkaş[2]

1 Karabük Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, Karabük, Türkiye, mboz@karabuk.edu.tr, aoocak@karabuk.edu.tr
2 Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kastamonu, Türkiye, mehmetakkas@kastamonu.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, AZ91 alaşımı metal tozlarına silisyum metal tozunun ilavesinin malzemenin mekanik özelliklerine olan etkisinin araştırılmıştır. Öncelikle saf AZ91 numunesi hazırlanmış, sonrasında ise kütlece sırasıyla % 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 ve 0.5 oranlarında silisyum ilave edilerek yeni numuneler sıcak pres işlemi için hazır hale gelmiştir. Sıcak pres yöntemi ile üretilen numunelerin bağıl yoğunlukları hesaplanmış, sonrasında ise mikroyapı görüntüleri (SEM ve optik) alınmıştır. Üretilen numunelerin mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla, numunelerin mikro ve makro olarak sertlik analizleri yapılmıştır. Bunlara ek olarak, numunelerin içyapısında oluşan fazları ve elementleri tespit etmek amacıyla XRD ve XRF analizleri uygulanmıştır. Yapılan sertlik deneyleri sonucunda Si ilaveli numuneler arasında bağıl yoğunluk ve sertlik değerleri ile optimum değer % 0.3 Si ilaveli numuneden alınmıştır. Ayrıca XRD sonuçlarında, Si ilavesi ile üretilen numunelerde Mg2Si arafazı ile tane sınırlarında ve β-Mg17Al12 fazları etrafında oluşmasının ve dağılışının malzemenin mekanik özellikleri üzerine doğrudan etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toz Metalurjisi, AZ91 alaşım tozu, Silisyum tozu, Mekanik özellikler

Abstract: In this study, the effect of addition of Si metal powder to AZ91 alloy metal powders on the mechanical properties of the material was investigated. First, pure AZ91 samples were prepared, then by adding Si at 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% and 0.5% respectively by Mass, new samples were ready for hot press operation. The relative densities of the samples produced by hot press method were calculated and then microstructure images (SEM and optics) were taken. In order to determine the mechanical properties of the samples produced, micro and macro hardness analyses of the samples were performed. In addition, XRD and XRF analyses were performed to determine the phases and elements formed in the internal structure of the samples. As a result of the hardness tests, the relative density and hardness values and optimum value of the Si addition samples were taken from 0.3% Si addition samples. Furthermore, in XRD results, it was determined that the formation and distribution of Mg_2Si in samples produced by Si addition at grain boundaries and around β-Mg17Al12 phases had a direct effect on the mechanical properties of the material.

Keywords: Powder Metallurgy, AZ91 alloy powder, Silicon powder, Mechanical properties

GİRİŞ

Magnezyum 1,74 gr/cm3 yoğunluğa sahip toprak alkali metalleri sınıfında dâhil 650 ºC ergime sıcaklığına ve 1107 ºC kaynama noktasına sahip bir yapısal metaldir [1]. Hafifliği ve yüksek özgül dayanımı sayesinde havacılık, otomotiv, medikal ve savunma sanayii gibi alanlarda geniş kullanım alanına sahip magnezyum elementi alaşımsız olarak kullanıldığında düşük tokluk ve mukavemet özellikleri göstermektedir. Magnezyum malzemeleri alaşımlandırılarak boyutsal kararlılık, yüksek ısıl iletkenlik, sönümleme ve iyi şekillendirilebilirlik özelliklerine sahip olmaktadır. Özellikle korozyon dayanımları ve özgül dayanımlarından dolayı gün geçtikçe diğer alaşımlara göre daha çok magnezyum alaşımlarının niteliklerini geliştirmek ve üretim maliyetlerini azaltmak amacıyla birçok çalışma yapıldığı Öztürk vd. [2] tarafından vurgulanmıştır.

Üstün korozyon direnci, yüksek özgül dayanımı ve iyi döküm kabiliyeti nedeniyle magnezyum alaşımları arasında en çok AZ91 alaşımları kullanılır. İsmini içerdiği kütlece %9 alüminyum ve %1 çinkodan alan alaşım bu elementlerle birlikte düşük miktarda silisyum, mangan, nikel, demir ve diğer metalik elementler içermektedir. Ayrıca AZ91 alaşımları içerisinde genellikle α-Mg fazlarının tane sınırlarının etrafına sıralanan β-$Mg_{17}Al_{12}$ intermetalik fazları bulunmaktadır. β fazları malzeme içerisinde oda sıcaklığında dayanımda bir artış gösterirken, 200 ºC üstü sıcaklıklarda dayanımda azalma göstermektedir [3]. Özellikle yüksek sıcaklıklarda görülen dayanım ve sertlik düşüşleri, AZ91 alaşımlarının motor blokları gibi alanlarda kullanılmasında sorunlara yol açmaktadır. Yüksek sıcaklıklardaki sertlik ve dayanım düşüşlerinin önüne geçilebilmesi için çeşitli Bi, Sb, Si, Ca gibi çeşitli nadir toprak elementleri ilave edilmektedir [4]. Döküm teknolojisiyle üretilen AZ91 magnezyum alaşımlarına yapılan silisyum ilavesi sonucunda β fazları etrafında Çin harfleri şeklinde oluşan Mg_2Si fazları nedeniyle malzemenin sertlik ve dayanımında düşüşler meydana gelmektedir. Alaşım içerisinde Sb, Sr gibi ilave edilen elementler sonucunda oluşan Mg_2Si fazları β fazları etrafında çokgen şekiller oluşturmakta ve daha düzgün bir sırayla dağılmaktadır. Mikroyapıdaki bu değişiklik AZ91 alaşımının hem dayanım ve sertliğinin artmasını hem de korozyon direncinin güçlenmesini sağlamaktadır [5,6].

Bu çalışmada literatür araştırmaları sonucu, toz metalürjisi yöntemi ile üretilmiş AZ91 tozlarına Si ilavelerinin mekanik özelliklere olan etkisinin çalışılmadığı gözlemlenmiştir. Toz metalürjisi alanındaki bu boşluğun

giderilmesi ve yeni bilgilerin keşfedilmesi amacıyla bu çalışma hazırlanmıştır.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada ilk olarak AZ91 alaşımı ile Si elementi tozları ticari olarak temin edilmiştir. Tozların teminatında Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün sağlamış olduğu proje yardımı kullanılmış, ilgili tozlar Nanografi firmasından satın alınmıştır. Tüm tozların boyutu 325 mesh değerindedir. Literatür araştırması sırasında önceki çalışmalar incelenmiş [5-8] ve bu doğrultuda saf AZ91 alaşımına öncelikle ağırlık olarak % 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 ve 0.5 oranlarında Si tozları ilave edilmiştir. Gerek tozların küresel yapıda olmasından dolayı sıkıştırılmasının zor olması, gerekse sağladığı sıkıştırma ve sertleştirmenin aynı anda yapılabilmesi avantajı nedeniyle sıcak presleme yöntemi tercih edilmiştir. Yine daha önceki yapılan çalışmalar incelenmiş [9,10] ve sıcak pres için sıkıştırma sıcaklığı 500 ºC ve sıkıştırma basıncı 45 MPa olarak belirlenmiştir. Bir saat boyunca 15 mm çapında ve 25 mm yüksekliğindeki bir kap içerisinde sıcak presleme işlemine tabii tutulan saf AZ91 numunesinin ve sırasıyla % 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 ve 0.5 Si ilaveli (Tablo 1) AZ91 numunelerinin, işlem sonrasında yoğunluk testleriyle yoğunlukları ölçülmüş; sonrasında ise mikroyapıları incelenmiştir. Ayrıca malzemelerin SEM görüntüleri alınmış ve içeriklerine bakmak için XRF testleri yapılmıştır. Tüm bu yapılan deneyler malzemenin mekanik özelliklerindeki değişimin Si ilavesiyle birlikte nasıl bir değişiklik gösterdiğini anlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

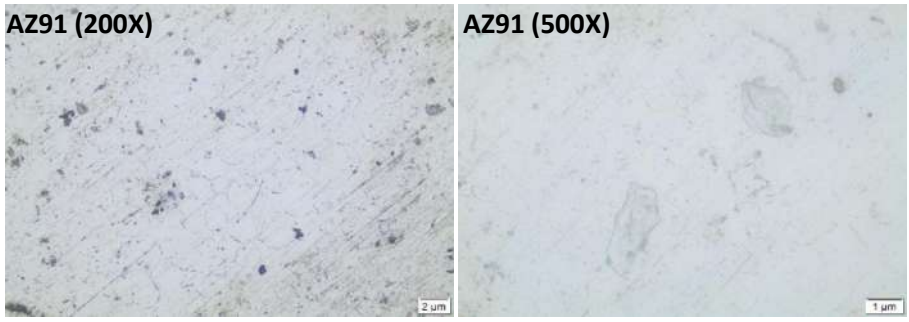
Tablo 1. AZ91 alaşımlarına katılan Si oranları ve numune kodları.

Numune No	İçerik
S1	AZ91+0.1 Si
S2	AZ91+0.2 Si
S3	AZ91+0.3 Si
S4	AZ91+0.4 Si
S5	AZ91+0.5 Si

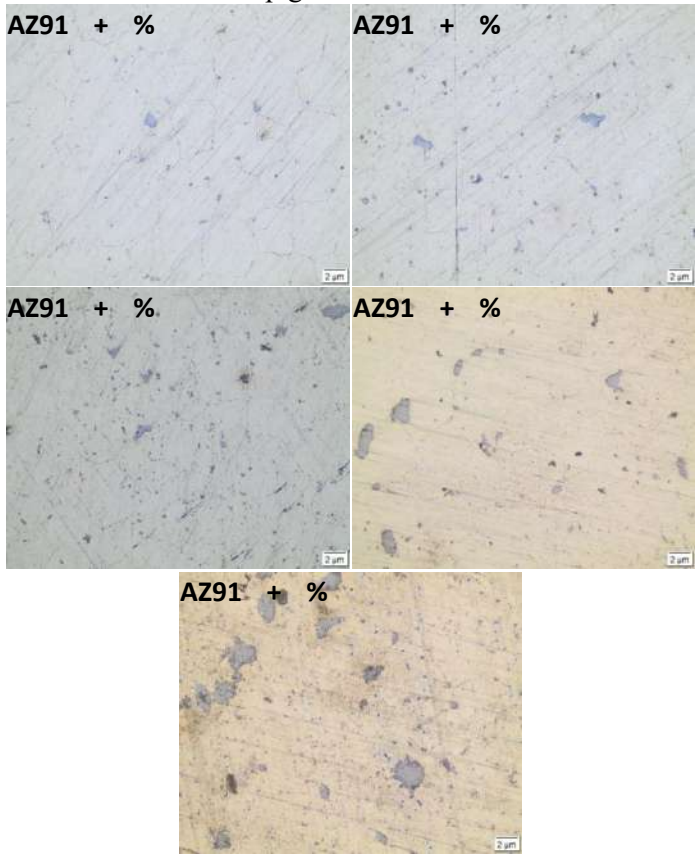
NUMUNELERİN MİKROYAPILARININ İNCELENMESİ

Saf AZ91 ve Si ilaveli numunelerin 200x ve 500x büyütülmüş mikroyapı görüntüleri Şekil 1 ve 2'de verilmiştir. Bu görüntülerde tane yapıları etrafında β-$Mg_{17}Al_{12}$ fazları görülmektedir. Si ilaveli numunelerde Si tanecikleri koyu gri renkte gözükmektedir. Tüm numunelerde ilave elementlerinin artışlarının mikroyapı görüntülerinde belirgin olması, ilavelerin homojen dağıldığının göstergesidir. Literatür araştırmalarında belirtilen çalışmalarda döküm yöntemi kullanılmış [5,6] ve α-Mg tane sınırlarında Çin harfi şeklinde Mg_2Si fazlarının dizildiği görülmüştür. Bu

çalışmada toz metalürjisiyle üretilen numunelerde bu şekilde bir arafaz biçimine rastlanmamıştır.



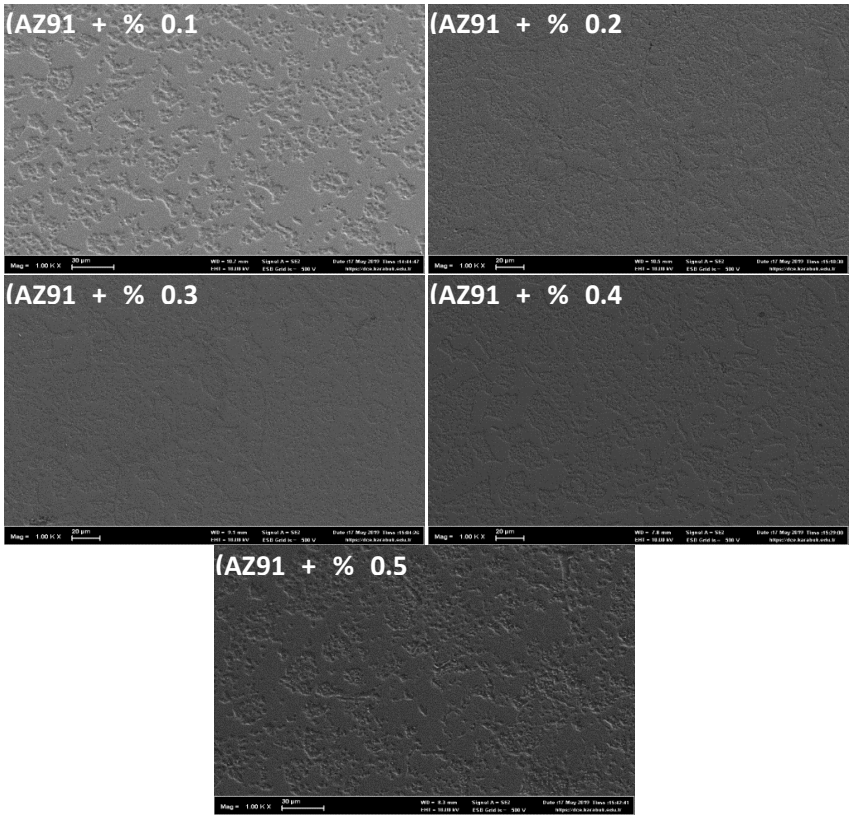
Şekil 1. Saf AZ91 numunesinin 200x ve 500x büyütülmüş optik mikroskop görüntüleri



Şekil 2. Si ilaveli numunelerin 200x büyütmeli optik mikroskop görüntüleri

NUMUNELERİN SEM-EDX ANALİZLERİ

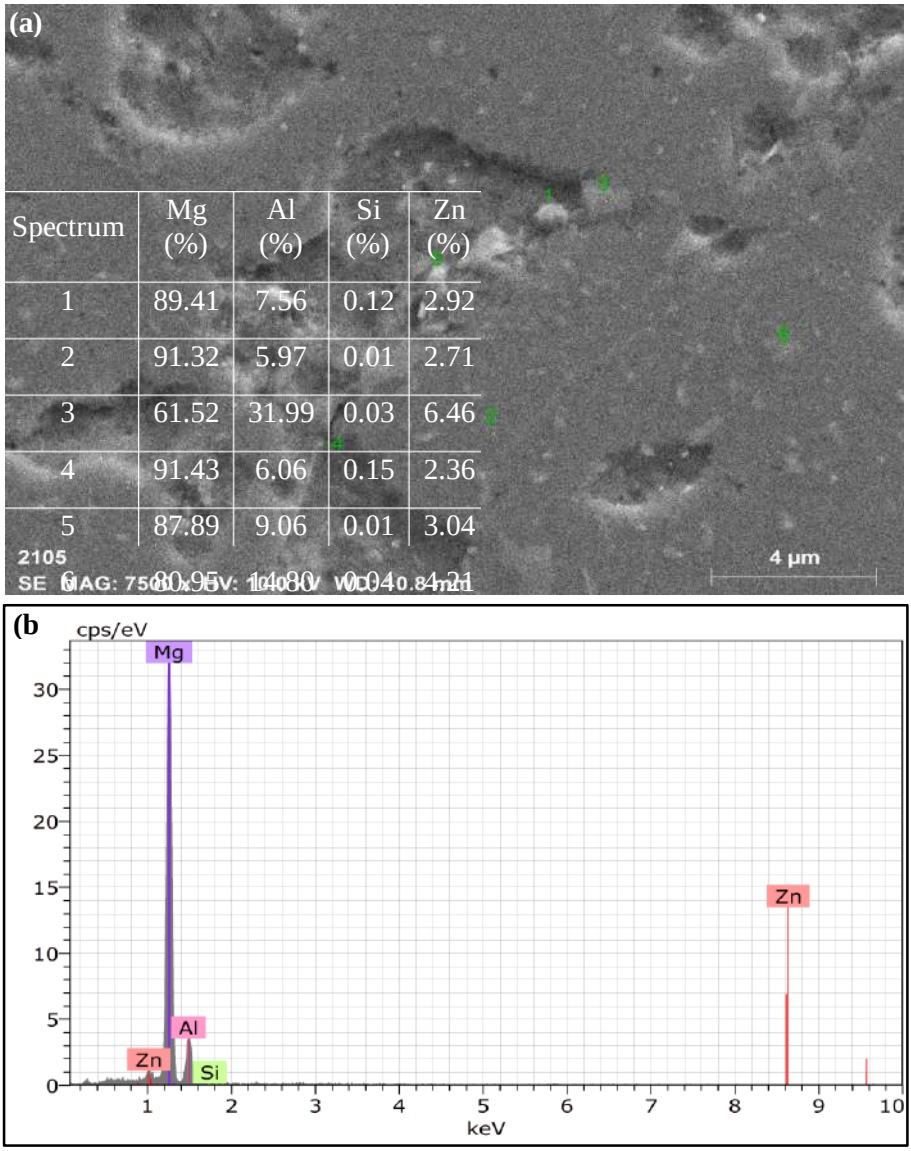
Üretilen numunelerin yüzeylerini incelemek ve sıcak pres sonrası malzeme yapılarını görmek amacıyla taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile görüntüleri alınmış sonrasında arafazların belirlenmesi ve içeriklerin incelenmesi için EDX analizleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 3'te yalnızca Si ilaveli numunelerdeki sıcak presleme sonrasında tüm yüzeylerde homojenliğin sağlandığı ve tozlar arasında difüzyon sonucunda güçlü bağların oluştuğu açıkça görülmektedir.



Şekil 3. Üretilen Si ilaveli numunelerin SEM görüntüleri (1000X)

SEM görüntülerinin alınması sonrasında tüm yüzeylerde arafazların ve ilavelerin varlığını incelemek için EDX analizleri yapılmıştır. Analizlerde ve görüntülerde Si tanelerinin homojen bir şekilde dağıldığı görülmektedir. Artan Si ilaveleriyle birlikte Si içeren taneciklerin yüzde oranları artış göstermiştir. Şekil 4'te SEM görüntüleri üzerinde arafaz ya da ana matristen farklı bir malzeme olduğu düşünülen parlak veya farklı

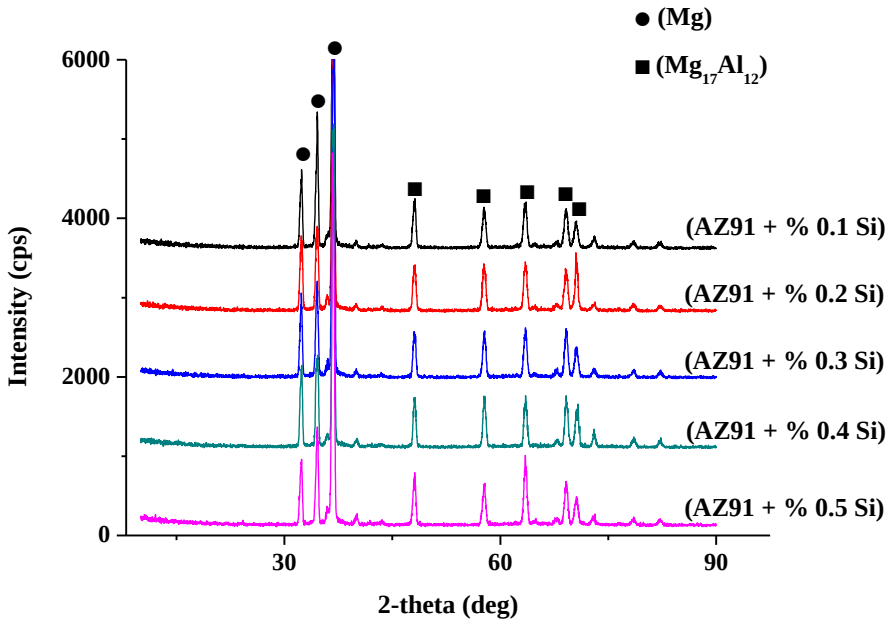
renklerdeki noktalarda gerçekleştirilen EDX analizleri sonuçları incelendiğinde Mg_2Si arafazlarına rastlanmamıştır. Bununla birlikte özellikle tane sınırları etrafındaki fazlar incelendiğinde β-$Mg_{17}Al_{12}$ fazlarına rastlanmaktadır.



Şekil 4. Yüzde (%) 0.1 Si içeren numunenin; a) SEM görüntüsü ve b) spectrum 6 EDX analizi

NUMUNELERİN XRD VE XRF ANALİZLERİ

Şekil 5'te Si ilaveli AZ91 alaşım numunelerinin XRD grafiğini göstermektedir. Grafik incelendiğinde; pikler α (Mg ana matris) fazından ve β fazından ($Mg_{17}Al_{12}$) oluşur. Malzeme içerisindeki çökelti, katılaşma yoluna bağlı olarak $Al_{12}Mg_{17}$ bileşiği oluşturmaktadır [11,12]. $Al_{12}Mg_{17}$ çökeltilerinin süneklik pahasına AZ91 alaşımı için mekanik güçlendirme sağladığı bilinmektedir [13]. Alaşımın mekanik özellikleri çökeltinin miktarına, morfolojisine ve boyutuna bağlıdır. AZ91 alaşımında, kuvvet ve sürünme direnci, $Al_{12}Mg_{17}$ fazının 120 °C'nin üzerinde yumuşaması nedeniyle özelliklerini kaybeder [14]. AZ91 hegzagonal sıkı paket α-Mg ve ötektik α + γ (γ fazı, hacim merkezli kübik α faz + β-$Mg_{17}Al_{12}$ fazının birleşimi) fazlarından oluşur. β fazının çöktürülmesi, sürekli ve süreksiz çökelme şeklinde iki şekilde gerçekleşir [15,16].



Şekil 5. Si ilaveli numunelerin XRD grafikleri

Sıcak presleme sonrası numunelerin kimyasal kompozisyonlarını incelemek amacıyla yapılan XRF analiz sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Numunelerin XRF sonuçları

İçerik	Al	Mn	Zn	Si	Fe	Mg
Saf AZ91	7.72	0.19	1.07	0.04	0.062	90.89
S1	7.37	0.17	1.00	0.08	0.04	91.32
S2	7.25	0.19	0.98	0.14	0.02	91.40
S3	7.19	0.18	1.00	0.29	0.03	91.28
S4	7.13	0.18	1.02	0.35	0.03	91.27
S5	7.12	0.18	0.99	0.36	0.03	91.28

NUMUNELERİN BAĞIL YOĞUNLUKLARI

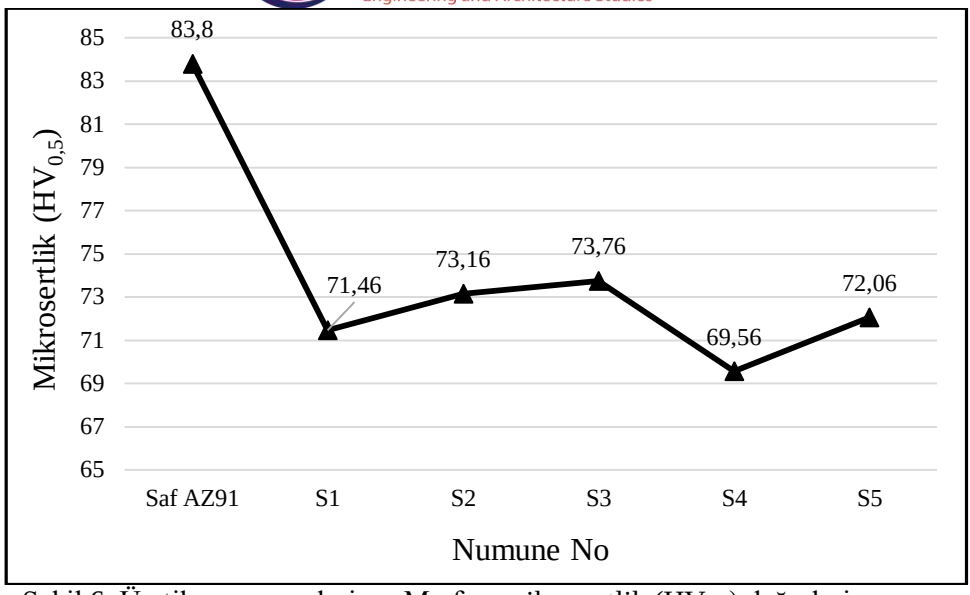
Sıcak presleme sonrasında saf AZ91 numunesi ile Si ilaveli numunelerin bağıl yoğunluklarının yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 3). Bu konudaki örnek çalışmalarda ve ders notlarında sıcak presleme sonrası üretilen parçalarda yüksek bağıl yoğunluklara ulaşıldığı görülmektedir. Bununla birlikte ilave malzeme oranları arttıkça bağıl yoğunlukların da düştüğü Tablo 3'te açıkça görülmektedir.

Tablo 3. Numunelerin bağıl yoğunluk değerleri

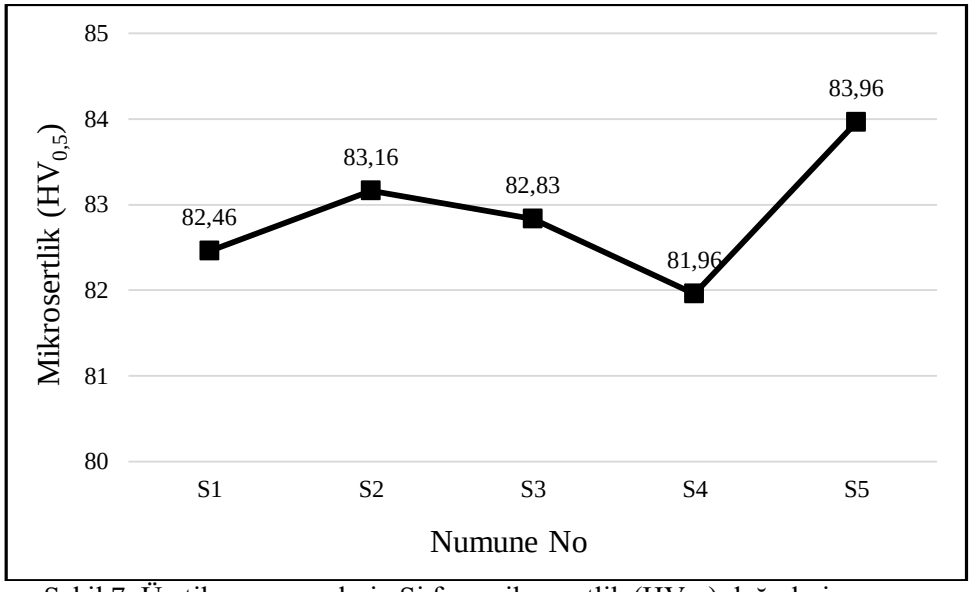
Numune No	Bağıl Yüzde Yoğunluk
Saf AZ91	% 99.17
S1	% 99.12
S2	% 99.07
S3	% 99.05
S4	% 99.01
S5	% 98.97

NUMUNELERİN SERTLİK ÖLÇÜMLERİ

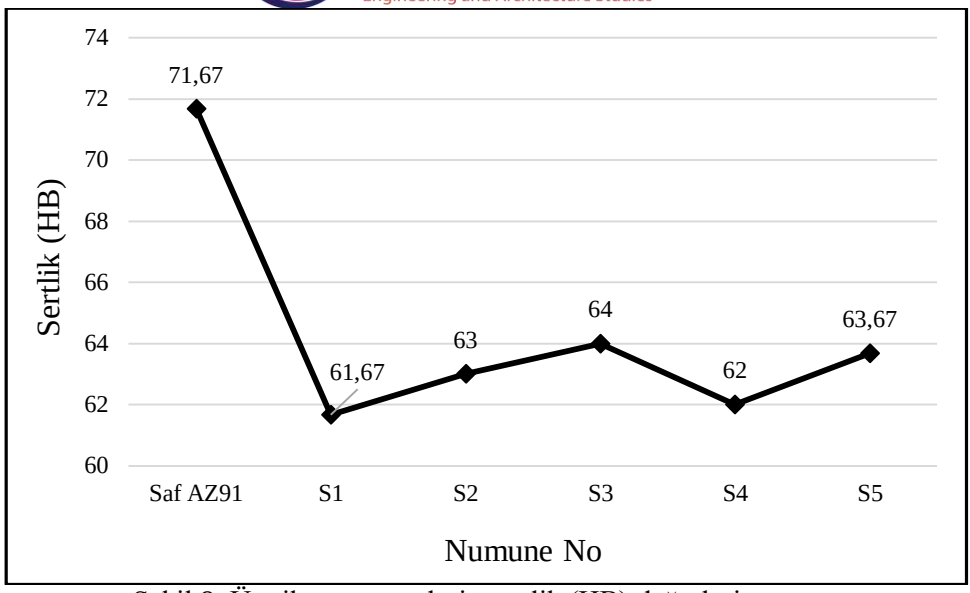
Si ilavelerinin AZ91 alaşım tozlarına ilavesinin mekanik özelliklerine olan etkisini incelemek için malzemelerde mikro ve makro sertlik deneyleri yapılmıştır (Şekil 6,7 ve 8). Deney sonuçlarına göre Si ilavesi AZ91 alaşımının sertlik değerlerini düşürmüştür. Mikro sertlik sonuçları incelendiğinde % 0.3 Si ilaveli S3 numunesinin en sert sade Si ilaveli numune olduğu gözlemlenmiştir. Makro sertlik sonuçlarında da benzer durum ortaya çıkmıştır.



Şekil 6. Üretilen numunelerin α-Mg fazı mikrosertlik ($HV_{0,5}$) değerleri.



Şekil 7. Üretilen numunelerin Si fazı mikrosertlik ($HV_{0.5}$) değerleri.



Şekil 8. Üretilen numunelerin sertlik (HB) değerleri.

Srinivasan vd. [5-8] yaptığı çalışmalarda döküm teknolojisiyle üretilen numunelere Si mikro ölçekte, yani % 0.1-0.5 arasında ilave edilmiştir. Malzemeye ilave edilen mikro ölçekteki Si elementi, AZ91 alaşımının dayanım ve sertlik değerlerini düşürmüştür. En yüksek dayanım değeri % 0.3 Si ilaveli numunelerde elde edilmiştir. Bu sonuçlar yapılan çalışmadaki değerlerle örtüşmektir. Benzer sonuçlar elde edilmesine rağmen Srinivisan vd. yaptıkları çalışmada % 0.3 Si ilavesi ile saf AZ91'e göre daha yüksek sertlik ve dayanım değerleri elde etmiştir.

GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada toz metalürjisi yöntemi ile üretilen AZ91 magnezyum alaşımı tozlarına ilave edilen Si tozlarının malzemenin mekanik özelliklerine olan etkilerini incelemek amacıyla belirli karışım oranlarında numuneler hazırlanmış ve incelenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır:

- ✓ Öncelikle AZ91 tozları 500 ºC'de 1 saat boyunca sıcak preslenmiş ve üretilen numunenin bağıl yoğunluk değeri % 99.17 şeklinde not edilmiştir.
- ✓ Üretilen AZ91 numunesinin sertlik değerlerine bakılmış ve 83.8 $HV_{0.5}$ mikro sertlik değeri ile 71.67 HRB sertlik değerine sahip olduğu görülmüştür.

- ✓ Si ilavesinin mikro düzeyde ilavesinin mekanik özelliklere olan etkisini incelemek amacıyla sırasıyla kütlece % 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 oranlarında AZ91 alaşım tozları ile karıştırılmış ve üretilen karışımlar 500 ºC'de 1 saat boyunca sıcak preslenmiştir. Numunelerin bağıl yoğunluklarının Si ilavesinin artışıyla birlikte çok küçük de olsa azaldığı ortaya çıkmıştır.
- ✓ Numunelerin içeriklerini belirlemek amacıyla XRD ile XRF analizleri yapılmış ve bu analizler sonucunda içeriklerde büyük değişiklikler olmadığı görülmüştür. Bu sonuç toz metalürjisinin avantajlarından biri olan üretim sonrası minimum malzeme kaybını kanıtlamıştır.
- ✓ Numunelerin mikroyapıları optik mikroskop yardımıyla görüntülenmiştir. Çekilen görüntülerde tozlar arasında difüzyon bağları sayesinde sertleştiği net bir şekilde gözlemlenmiştir. Saf AZ91 numunesinde ve Si ilaveli numunelerde β-$Mg_{17}Al_{12}$ intermetalik fazlarının tane sınırları etrafında dağıldığı görülmüştür. Buna ek olarak Si ilaveli numunelerde Si taneciklerinin Mg tanecikleri etrafında dizildiği de açık bir şekilde gözlemlenmiştir.
- ✓ Mikroyapıları incelenen numuneler elektron mikroskobu yardımı ile SEM görüntüleri alınmış ve EDX analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda β-$Mg_{17}Al_{12}$ intermetalik fazları ortaya çıkmış fakat Mg_2Si fazlarına rastlanılamamıştır.

KAYNAKLAR

1. Görmüş, I. Z. S., Ergene, N., "Magnezyumun Klinik Önemi", Genel Tıp Derg., 14(2): 69-75 (2004).
2. Öztürk, F., Kaçar, İ., "Magnezyum Alaşımları ve Kullanım Alanlarının İncelenmesi", Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 1, Sayı 1: 12-20 (2012).
3. Mathis, K., Gubicza, J., Nam, N.H., "Microstructure And Mechanical Behavior Of AZ91 Mg Alloy Processed By Equal Channel Angular Pressing", Journal of Alloys and Compounds, Volume 394, Issues 1–2: 194-199 (2015).
4. Roodposhti, P.S., Sarkar, A., Murty, K.L., "A Review of the Influence of Production Methods and Intermetallic Phases on the Creep Properties of AZ91." Magnesium Technology 2014: 59-64 (2014)
5. Srinivasan, A., Pillai, U.T.S., Pai, B.C., "Microstructure And Mechanical Properties Of Si And Sb Added AZ91 Magnesium Alloy",

Metallurgical and Materials Transactions A, Volume 36, Issue 8: 2235-2243 (2005).
6. Srinivasan, A., Ningshen, S., Kamachi Mudali, U., Pillai, U.T.S., Pai, B.C., "Influence Of Si And Sb Additions On The Corrosion Behavior Of AZ91 Magnesium Alloy", Intermetallics, Volume 15, Issue 12: 1511-1517 (2007).
7. Srinivasan, A., Ningshen, S., Kamachi Mudali, U., Pillai, U.T.S., Pai, B.C., "Influence Of Si And Sb Additions On The Corrosion Behavior Of AZ91 Magnesium Alloy", Intermetallics, Volume 15, Issue 12: 1511-1517 (2007).
8. Srinivasan, A., Ajithkumar, K.K., Swaminathan, J., Pillai, U.T.S., "Creep Behavior of AZ91 Magnesium Alloy", Procedia Engineering, Volume 55, 109-113 (2013).
9. Çetin, T., "Gaz Atomizasyon Yöntemiyle Am60 Tozu Üretimi Ve Karakterizasyonu", Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi, Karabük 35-41 (2019).
10. Akkaş, M., "Gaz Atomizasyon Yöntemi İle Az91 Tozu Üretimi Ve Karakterizasyonu", Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi, Karabük 27-38 (2018).
11. Grant, N.J., "Recent trends and developments with rapidly solidified materials." Metallurgical and Materials Transactions A 23.4, 1083-1093 (1992).
12. Daloz, D., and Michot, G., Influence of the consolidation step on the mechanical properties of rapidly solidified Mg-Al-Zn alloys, Int. J. Rapid Solidif., 9, 289e304 (1996).
13. Rajan, T. P. D., Jayakumar, E. and Pai. B.C., "Developments in solidification processing of functionally graded aluminium alloys and composites by centrifugal casting technique." Transactions of the Indian Institute of Metals 65.6, 531-537 (2012).
14. Pai, B. C., Pillai, U. T. S., Manikandan, P., and Srinivasan, A., "Modification of AZ91 Mg alloys for high temperature applications." Transactions of the Indian Institute of Metals, 65(6), 601-606 (2012).
15. Zhang, J. M., Jiang, B. L., Wang, Z. H., Yuan, S., Nan, H. Q., and Luo, H. B., "Influence of aging modes on microstructure and mechanical properties of AZ80 magnesium alloy." Research & Development (2007).
16. Boby, A., Pillai, U. T. S., and Pai, B. C., "Effect of Pb Addition on the Discontinuous and Continuous Mg17Al12-β Precipitate During Solidification of AZ91 Magnesium Alloy." Transactions of the Indian Institute of Metals, 66(2), 105-108 (2013).

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

TOZ METALURJİSİ İLE ÜRETİLEN AZ91 ALAŞIMINDA ANTİMON İLAVESİNİN MİKROYAPI VE MEKANİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Investigation of The Effect of Antimony Addition on Microstructure and Mechanical Properties in AZ91 Alloy Produced by Powder Metallurgy

Atakan Oğuz Ocak[1] & Mustafa Boz[1] & Mehmet Akkaş[2]

1 Karabük Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, Karabük, Türkiye, mboz@karabuk.edu.tr, aoocak@karabuk.edu.tr

2 Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kastamonu, Türkiye, mehmetakkas@kastamonu.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, AZ91 alaşımı metal tozuna Antimon metal tozunun ilavesinin malzemenin mikroyapı ve mekanik özelliklerine olan etkisi araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle 325 mesh boyutundaki AZ91, Si ve Antimon tozları Nanografi firmasından temin edilmiştir. Öncelikle saf AZ91 numunesi hazırlanmış, Si elementi ile birlikte Sb elementi ilave edilmiş ve sırasıyla % 0.3 silisyum içeriğinin yanı sıra sırasıyla % 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 ve 0.5 oranlarında Sb ilave edilerek numuneler üretilmiştir. Üretilen bu numunelerin mikroyapı analizleri için Optik ve SEM görüntüleri alınmış, sonrasında ise sertlik deneyleri ile mekanik özellikleri incelenmiştir. Yapılan testler sonucunda Sb ilavesinin artışıyla birlikte sertlik özelliklerinin de arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca Optik ve SEM görüntüleri incelendiğinde ilave edilen Si elementinin magnezyum ile oluşturduğu Mg2Si arafazı ile Sb elementinin magnezyum ile oluşturduğu Mg3Sb2 ara fazlarının tane sınırlarında ve β-Mg17Al12 fazları etrafında oluşmasının ve dağılışının malzemenin mekanik özellikleri üzerine doğrudan etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toz Metalurjisi, AZ91 alaşımı, Antimon tozu, Mekanik özellikler, Mikroyapı

Abstract: In this study, the effect of the addition of Antimony metal powder to AZ91 alloy metal powder on the microstructure and mechanical properties of the material was investigated. For this purpose, AZ91, Si and Antimony powders of 325 mesh sizes were obtained from Nanography company. First, pure AZ91 samples were prepared, Si element and Sb element were added and samples were produced by adding 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 and 0.5% Sb in addition to 0.3% Si content respectively. Optical and SEM images were taken for microstructure analysis of these samples and mechanical properties were examined by hardness tests. As a result of the tests, it was determined that with the increase of Sb addition, hardness properties also increased. Also examined are optical and SEM images, when added with magnesium with magnesium Mg_2Si with Si element formed Mg_3Sb_2 phases formed at grain boundaries of the element Sb and β-$Mg_{17}Al_{12}$ phases and distribution of the material around the formation of it has been found that has a direct effect on the mechanical properties.

Keywords: Powder Metallurgy, AZ91 alloy, Antimony powder, Mechanical properties, Microstructure

GİRİŞ

Magnezyum 1,74 gr/cm3 yoğunluğa sahip toprak alkali metalleri sınıfında dâhil 650 ºC ergime sıcaklığına ve 1107 ºC kaynama noktasına sahip bir yapısal metaldir [1]. Hafifliği ve yüksek özgül dayanımı sayesinde havacılık, otomotiv, medikal ve savunma sanayii gibi alanlarda geniş kullanım alanına sahip magnezyum elementi alaşımsız olarak kullanıldığında düşük tokluk ve mukavemet özellikleri göstermektedir. Magnezyum malzemeleri alaşımlandırılarak boyutsal kararlılık, yüksek ısıl iletkenlik, sönümleme ve iyi şekillendirilebilirlik özelliklerine sahip olmaktadır. Üstün korozyon direnci, yüksek özgül dayanımı ve iyi döküm kabiliyeti nedeniyle magnezyum alaşımları arasında en çok AZ91 alaşımları kullanılır. İsmini içerdiği kütlece %9 alüminyum ve %1 çinkodan alan alaşım bu elementlerle birlikte düşük miktarda silisyum, mangan, nikel, demir ve diğer metalik elementler içermektedir. Ayrıca AZ91 alaşımları içerisinde genellikle α-Mg fazlarının tane sınırlarının etrafına sıralanan β-$Mg_{17}Al_{12}$ intermetalik fazları bulunmaktadır. β fazları malzeme içerisinde oda sıcaklığında dayanımda bir artış gösterirken, 200 ºC üstü sıcaklıklarda dayanımda azalma göstermektedir [3].

Srinivasan vd. AZ91 alaşımı üzerine Si ve Sb ilaveleriyle ilgili birçok çalışmada bulunmuşlardır ve bu çalışmalarında numunelerin mikroyapı ve mekanik özelliklerini, korozyon davranışlarını, sürünme özelliklerini ve yaşlanma özelliklerini incelemişlerdir [5-8]. Temel üretim yöntemi olarak döküm metodu seçilmiş ve çalışmalar bu doğrultuda gerçekleştirilmiştir. Sırasıyla kütlesel oranda %0.2 Si ve %0.2 Sb AZ91 alaşımına ilave edilmiş, son olarak iki element aynı anda ilave edilerek numunelerin mikro görüntüleri ve mekanik özellikleri incelenmiştir [5]. Çalışmalar göstermiştir ki Si ilavesi, $Mg_{17}Al_{12}$-β fazı tane sınırlarında çin harfi şeklinde Mg_2Si fazı oluşturmuş ve bu da dayanımda ve sünekliğinde azalmaya yol açmıştır. Az miktarda Sb ilavesi ise Mg_2Si fazlarının tane sınırlarında daha düzenli dağılmasını sağlamıştır. Yüksek ve oda sıcaklıklarında en iyi dayanım Sb ve Si ilavesinin birlikte yapıldığı numunelerde gözlemlenmiştir. Yapılan çekme ve darbe çentik testleri sonucunda kırılan yüzeyler incelenmiş ve gevrek kırılmalar gözlemlenmiştir. Si ilavesi yarılma benzeri yüzeyleri artırmış, Sb ilavesi de aynı etkiyi gösterirken plastik bölgelerin de çoğalmasını sağlamıştır. Bir başka çalışmada AZ91 alaşımı üzerinde Si ve Sb ilavesinin yaşlandırmaya olan etkileri incelenmiştir [8]. Yapılan çalışmada 410 ºC'de 48 saatlik solüsyon işlemi uygulanmış ve ısıl kararlı Mg_2Si ve Mg_3Sb_2 ara fazlarının oluştuğu gözlemlenmiştir. AZ91 alaşımına yaşlandırma işlemi sonunda $Mg_{17}Al_{12}$-β fazlarının sürekli ve süreksiz olacak şekilde iki biçime sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, bu çalışmanın sonuçları, Si ve Sb ilavelerinin yaşlanma sırasında süreksiz çökelti oluşumunu baskıladığını göstermiştir.

Sert intermetalik fazlar etrafında gözlenen yoğun sürekli çökelme bölgeleri, süreksiz çökeltilerin hem başlatılması hem de ilerletilmesi için gereken kimyasal itici güç miktarını azaltır. Bu gözlemlere rağmen, yaşlandırılmış alaşım numunelerinin sertlik ölçümleri, alaşım ilavelerinin AZ91'in en büyük sertlik değerini önemli ölçüde iyileştirmediğini göstermektedir. Araştırmacılar aynı alaşım ve ilavelerinin sürünme özelliklerini de incelemişler [8] ve oluşan arafazların etkilerini araştırmışlardır. Bunun için AZ91 magnezyum alaşımına % 0.5 Si ve % 0.2 Sb ilave etmişler 150 ile 200 ºC'deki sürünme davranışlarını gözlemlemiştir. Sonuçlar Si ve Sb elementlerinin birlikte ilave edilmesi sonucu ince çokgen şekilli Mg_2Si fazlarının oluştuğunu ve bu fazların tane sınırları etrafında düzenli bir şekilde dağıldığını göstermiştir. Ayrıca bu ilavelerin yaşlandırma esnasında oluşan süreksiz $Mg_{17}Al_{12}$-β fazlarının oluşumunu engellediği gözlemlenmiştir. Tüm bu oluşan mekanizmalar malzemenin 150 ve 200 ºC'deki sürünme davranışlarını geliştirmiştir. Ek olarak, kararlı durum sürünmesi uzamış, minimum sürünme oranı ve sürünme gerilmesi azalmıştır. Araştırmacılar sürünme özelliklerindeki bu gelişmenin ince ve kararlı Mg_2Si çökeltilerinin oluşması ile açıklanabileceğini belirtmişlerdir. Son olarak araştırmacılar aynı alaşım ve ilavelerinin korozyon davranışlarını incelemiştir [6]. AZ91 alaşımı üzerine az miktarda silisyum ve antimon ilavesi (bireysel ve birleşik) yapılmış ve elektrokimyasal korozyon davranışı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Daldırma testi, potansiyodinamik polarizasyon ve elektrokimyasal empedans ölçümleri korozyon oranını ve davranışını tahmin etmek için kullanılmıştır. Si ve Sb'nin tek başına eklenmesi, sırasıyla büyük Çin harfi şeklindeki Mg_2Si arafazların ve iğne şeklindeki Mg_3Sb_2 intermetaliklerin oluşturur. Sb'nin AZ91 + Si alaşımına eklenmesinin, Çin harfi (Şekil 2.1) şekilli Mg_2Si fazlarını tane sınırları boyunca eşit bir şekilde dağıtmasının yanı sıra ince çokgen bir şekle dönüştürdüğü bulunmuştur. Si ilavesiyle korozyon direncinin arttığı gözlemlenirken, Sb ilavesinin AZ91 alaşımının korozyon direncini azalttığı görülmüştür. Bununla birlikte, Si ve Sb elementlerinin birlikte ilave edilmesi sonucunda, en yüksek korozyon direnci elde edilmiştir. Mg_2Si arafazı çokgen şekle ve düzgün dağılıma sahipken korozyonu, çin harfi şekilli büyük fazlara kıyasla daha etkin bir şekilde önlemiştir. Öte yandan, Sb katkılı alaşımdaki Mg_3Sb_2 intermetalik fazı, a-Mg matrisine etkili bir katot görevi görerek oluşan korozyonu artırmıştır.

Bu çalışmada literatür araştırmaları sonucu, toz metalürjisi yöntemi ile üretilmiş AZ91 tozlarına Si ve Sb ilavelerinin mekanik ve mikroyapı özelliklerine olan etkisinin çalışılmadığı gözlemlenmiştir. Toz metalürjisi alanındaki bu boşluğun giderilmesi ve yeni bilgilerin keşfedilmesi amacıyla bu çalışma hazırlanmıştır.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada ilk olarak AZ91 alaşımı ile Si ve Sb elementi tozları ticari olarak temin edilmiştir. Tüm tozların boyutu 325 mesh değerindedir. Literatür araştırması sırasında önceki çalışmalar incelenmiştir [5-8]. Gerek tozların küresel yapıda olmasından dolayı sıkıştırılmasının zor olması, gerekse sağladığı sıkıştırma ve sertleştirmenin aynı anda yapılabilmesi avantajı nedeniyle sıcak presleme yöntemi tercih edilmiştir. Yine daha önceki yapılan çalışmalar incelenmiş [9,10] ve sıcak pres için sıkıştırma sıcaklığı 500 ºC ve sıkıştırma basıncı 45 MPa olarak belirlenmiştir. Bir saat boyunca 15 mm çapında ve 25 mm yüksekliğindeki bir kap içerisinde sıcak presleme işlemine tabii tutulan numunelerin üretim parametreleri Tablo 1'de verilmiştir. Üretimden sonra, yoğunluk testleriyle yoğunlukları ölçülmüş; sonrasında ise mikroyapıları incelenmiştir. Ayrıca malzemelerin SEM görüntüleri alınmış ve içeriklerine bakmak için XRF testleri yapılmıştır. Tüm bu yapılan deneyler malzemenin mekanik özelliklerindeki değişimin Sb ilavesiyle birlikte nasıl bir değişiklik gösterdiğini anlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Yapılan literatür çalışmaları dikkate alındığında en iyi sonucu % 0.3 Si ilavesi verdiği için AZ91 alaşım tozuna %0.3 Si ilavesi ile birlikte % 0.1-0.5 arasında Sb ilave edilerek üç boyutlu turbulada aynı parametreler ile karıştırılmıştır (Tablo 1). Karıştırılarak preslemeye hazır hale gelen tüm tozlar vakumlu poşetler içerisinde saklanarak tozların oksitlenmesi ya da diğer zararlı etkilere maruz kalması önlenmiştir.

Tablo 1. AZ91+% 0.3 Si alaşımlarına katılan Sb oranları ve numune kodları

Numune No	Kimyasal Bileşim
A1	AZ91+0.3 Si+0.1Sb
A2	AZ91+0.3 Si+0.2Sb
A3	AZ91+0.3 Si+0.3Sb
A4	AZ91+0.3 Si+0.4Sb
A5	AZ91+0.3 Si+0.5Sb

Presleme sıcaklığı 500 ºC olarak seçilmiş ve pres basıncı 45 MPa olarak belirlenmiştir. Presleme çalışmaları Karabük Üniversitesi Demir Çelik Enstitüsünde gerçekleştirilmiştir. Tozlar 15 mm çapında ve 25 mm yüksekliğinde numuneler olacak şekilde grafit kalıp içerisinde 1 saat sıcak preslenmişlerdir. Sıcak presleme sonrası numuneler üzerinde kalan oksit ve grafit kalıntıları 80'lik ve 180'lik zımparalarla temizlenerek, sonraki deneyler için hazır hale getirilmiştir. Yoğunluk ölçümleri için numunelerin bağıl yoğunlukları hesaplanmıştır. Bunun için öncelikle parçaların

kütleleri hassas ölçüm cihazıyla hesaplanmış, sonrasında hacimleri kumpasla ölçülmüş ve d(yoğunluk)=m(kütle)/v(hacim) formülüne dayanarak yoğunlukları hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler AZ91 alaşımının yoğunluğuna bölünerek bağıl yoğunluk değerleri elde edilmiştir.

Kastamonu Üniversitesi Malzeme Laboratuvarı'nda numunelerin yüzeylerine Kastamonu Üniversitesi Malzeme Laboratuvarı'nda 220, 500, 1200 ve 1600 mesh zımparalar ile sırasıyla zımparalama işlemi uygulanmıştır. Sonrasında numunelerin yüzeyleri 1 µm boyutlu elmas partikül içeren süspansiyon ile parlatılmıştır. Son olarak reaktif çözelti içerisine 5 saniye daldırılarak dağlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Dağlama reaktifinin içeriği aşağıdaki gibidir:

- ✓ 5 ml asetik asit
- ✓ 6 g pikrik asit
- ✓ 10 ml su
- ✓ 100 ml etanol.

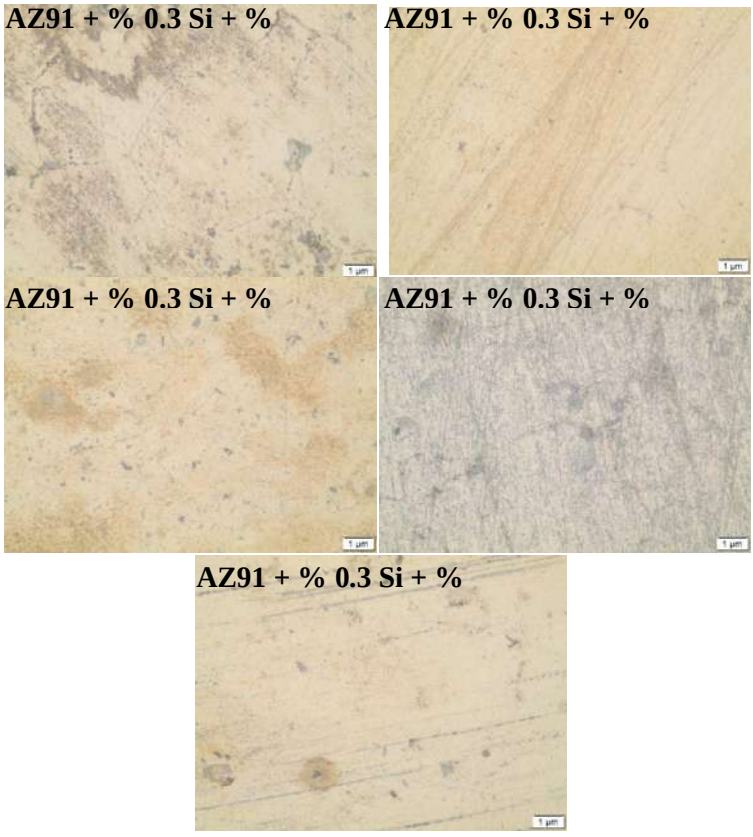
Mikroyapıların alınması sonrasında malzemelerin SEM görüntüleri Karabük Üniversitesi Demir Çelik Enstitüsü Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan Carl Zeiss Ultra Plus Gemini Fesem marka cihazda alınmıştır. Ayrıca, elektron mikroskobu ile görüntülerin alınması esnasında malzemeler üzerinde EDX analizleri yapılmış, oluşan tanelerin içinde ve sınırlarında oluşan fazların tespiti sağlanmıştır. Sıcak preslenme sonrasında hazır hale gelen numunelerin içeriklerinin kontrol edilmesi, bunun yanı sıra ilk ve son hallerinin karşılaştırılması amacıyla tüm numuneler RIGAKU ZSX Primus II XRF analiz cihazı cihazında XRF analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler numuneler herhangi bir bakalit kalıba ya da aracı bir kaba ihtiyaç duyulmadan doğrudan numuneler üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Farklı Sb oranlarının malzemenin mekanik özelliklerine etkisini araştırmak için malzemelere mikro ve makro sertlik testleri uygulanmıştır. Mikro sertliklerin belirlenmesi için Mikro Vickers yöntemi, makro sertliklerin belirlenmesi içinse Brinell sertlik yöntemi tercih edilmiştir. Tüm sertlik deneyleri Kastamonu Üniversitesi Malzeme Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Öncelikle malzemenin mikrosertlikleri ölçülmüştür. Bunun için ölçümler ana fazlardan (α-Mg) üçer adet, ara fazlardan üçer adet olacak şekilde alınmış ve ortalamaları ile birlikte not edilmiştir. Bu işlem için HMVG marka cihaz sistemi kullanılmıştır. Tüm mikrosertlik ölçümleri 0.5 kg yük altında 15 saniye yükleme süresi olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Mikro sertlik değerleri alındıktan sonra tüm numuneler HBD 3000Z1 marka Brinell makro sertlik cihazında makro sertlik testlerine tabii tutulmuşlardır. Uygulanan yük değeri 100 kg'dır ve

yükleme süresi 15 saniyedir. 5 mm çelik bilya ucu kullanılmış ve her bir yüzeyden üçer adet sertlik ölçümü alınmıştır.

NUMUNELERİN MİKROYAPILARININ İNCELENMESİ

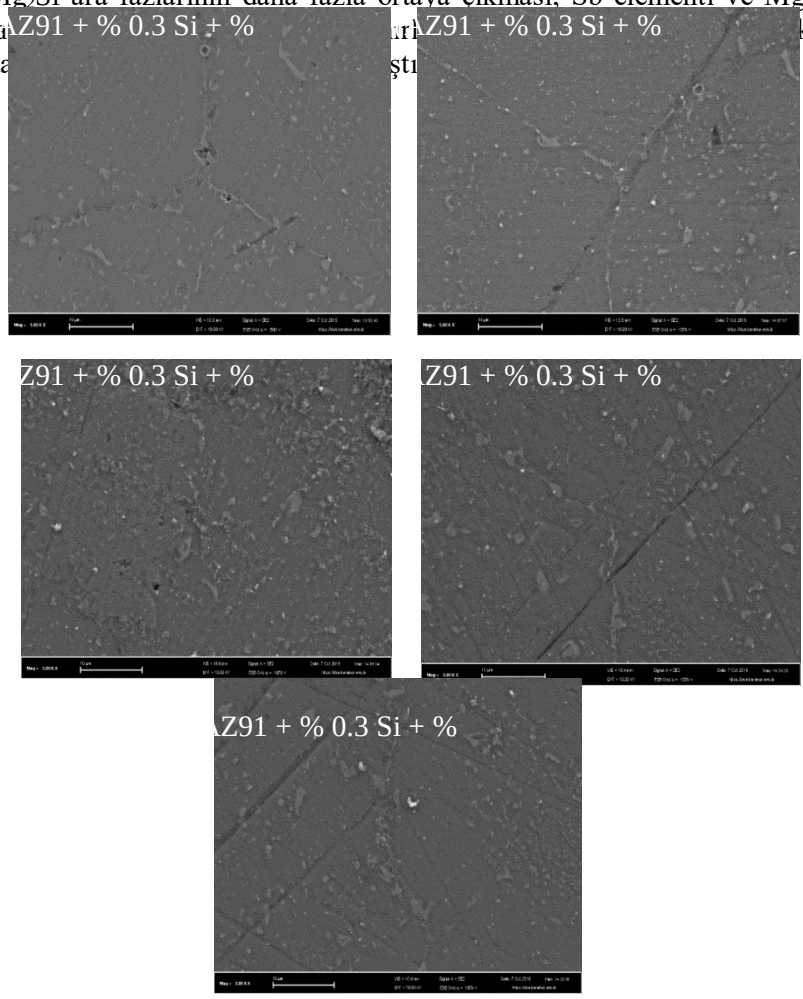
Saf AZ91 ve Si, Sb ilaveli numunelerin 200x ve 500x büyütülmüş mikroyapı görüntüleri Şekil 1'de verilmiştir. Bu görüntülerde tane yapıları etrafında β-$Mg_{17}Al_{12}$ fazları görülmektedir. Sb ilaveli numunelerde ise Sb tanecikleri dairesel biçimde gözükmektedir. Tüm numunelerde ilave elementlerinin artışlarının mikroyapı görüntülerinde belirgin olması, ilavelerin homojen dağıldığının göstergesidir. Literatür araştırmalarında belirtilen çalışmalarda döküm yöntemi kullanılmış [5-8] ve α-Mg tane sınırlarında Çin harfi şeklinde Mg_2Si fazlarının dizildiği görülmüştür. Bu çalışmada toz metalürjisiyle üretilen numunelerde bu şekilde bir arafaz biçimine rastlanmamıştır.



Şekil 1. Si + Sb ilaveli numunelerin 500x büyütmeli optik mikroskop görüntüleri.

NUMUNELERİN SEM-EDX ANALİZLERİ

Sb ilaveli A1-A5 numuneleri için SEM görüntüleri alınmıştır. Sb ilave yüzdesi arttıkça farklı fazların oluşumunun gözle görülür şekilde arttığı Şekil 2'deki 1000x oranında büyütülmüş SEM görüntülerinde açıkça gözlemlenebilmektedir. Şekil 2'de verilen görüntülerdeki yüzeylerin üzerinden belirli noktalarda alınan EDX ölçümleri sonuçları incelendiğinde A1 numunesinde sadece Si ilaveli numunelerde görülen β-$Mg_{17}Al_{12}$ fazlarının yanı sıra Mg_3Sb_2 ara fazlarının oluşumunun başladığı görülmektedir. Şekil 3'te β-$Mg_{17}Al_{12}$ fazlarıyla birlikte Mg_2Si ile Mg_3Sb_2 ara fazlarının varlığı açıkça görülmektedir. Sb ilavesinin artmasıyla birlikte Mg_2Si ara fazlarının daha fazla ortaya çıkması, Sb elementi ve Mg_3Sb_2 ta[illegible]ır[illegible]kilde da[illegible]ştı

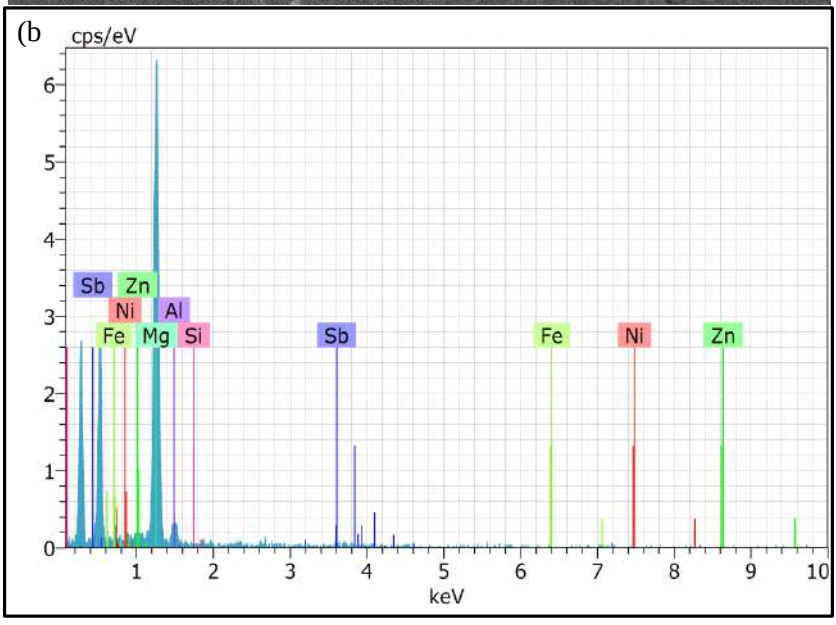


Şekil 2. Üretilen Si+Sb ilaveli numunelerin SEM görüntüleri (1000X)

(a)

Spectrum	Mg (%)	Al (%)	Si (%)	Fe (%)	Ni (%)	Zn (%)	Sb (%)
1	85.00	6.94	0.05	2.14	0.94	2.69	2.24
2	62.63	2.71	0.05	1.50	0.66	2.38	30.07
3	88.40	6.52	0.11	1.66	0.67	2.64	-
4	91.43	4.49	-	0.10	0.48	1.75	1.75
5	68.51	24.14	0.29	0.83	0.50	5.30	0.43
6	79.08	17.29	-	-	0.26	3.20	0.17

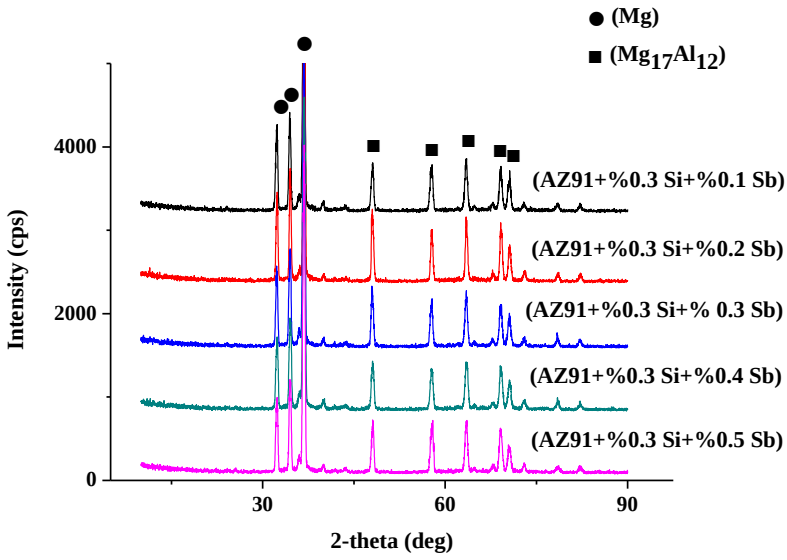
2255
SE MAG: 7500 x HV: 10.0 kV WD: 10.4 mm



Şekil 3. AZ91 + % 0.3 Si + % 0.5 Sb içeren numunenin; a) SEM görüntüsü ve b) spectrum 1 EDX analizi.

NUMUNELERİN XRD VE XRF ANALİZLERİ

Şekil 4, Si ve Sb ilaveli AZ91 alaşım numunelerinin XRD grafiğini göstermektedir. Grafik incelendiğinde; pikler α (Mg ana matris) fazından ve β fazından ($Mg_{17}Al_{12}$) oluşur. Sb ilavesinin artmasıyla β fazının da ($Mg_{17}Al_{12}$) arttığı net bir şekilde görülmektedir.



Şekil 4. Si+Sb ilaveli numunelerin XRD grafikleri

Numunelerin kimyasal kompozisyonlarını incelemek amacıyla yapılan XRF analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Numunelerin XRF sonuçları.

İçerik	Al	Mn	Zn	Si	Fe	Mg	Sb
Saf AZ91	7.72	0.19	1.07	0.04	0.062	90.89	-
A1	7.08	0.21	1.00	0.39	0.02	91.17	0.10
A2	7.28	0.20	0.98	0.31	0.02	91.05	0.13
A3	7.48	0.17	1.00	0.25	0.03	90.77	0.26
A4	7.01	0.19	0.97	0.33	0.03	91.06	0.38
A5	6.99	0.21	0.98	0.24	0.02	91.09	0.43

NUMUNELERİN BAĞIL YOĞUNLUKLARI

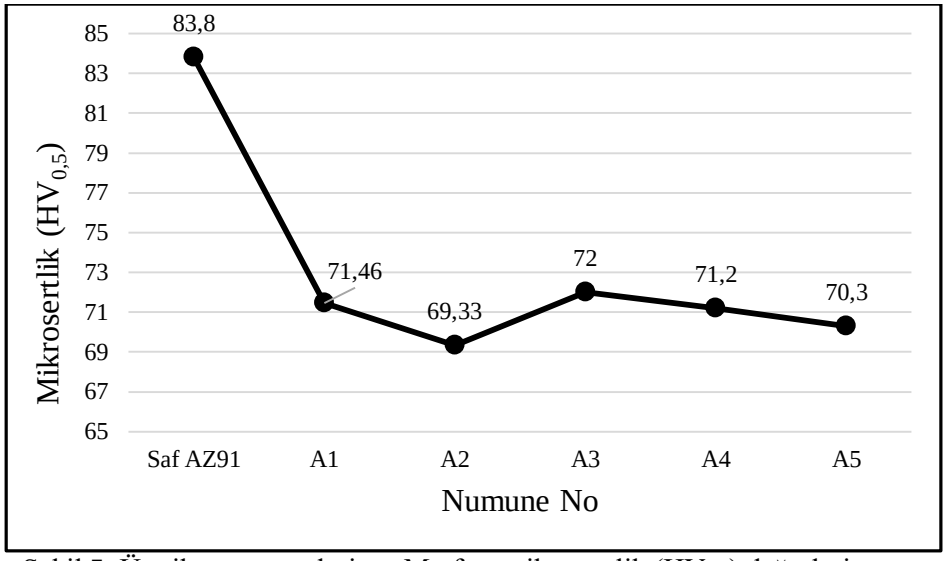
Sıcak presleme sonrasında saf AZ91 numunesi ile Si ve Sb ilaveli numunelerin bağıl yoğunluklarının yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 3). Bu konudaki örnek çalışmalarda ve ders notlarında sıcak presleme sonrası üretilen parçalarda yüksek bağıl yoğunluklara ulaşıldığı görülmektedir. Bununla birlikte ilave malzeme oranları arttıkça bağıl yoğunlukların da düştüğü Tablo 3'de açıkça görülmektedir.

Tablo 3. Numunelerin bağıl yoğunluk değerleri

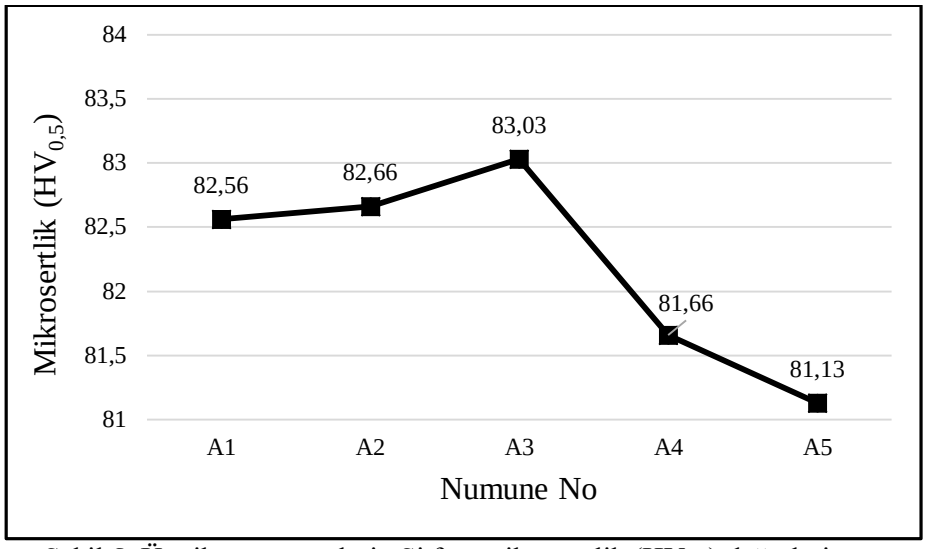
Numune No	Bağıl Yoğunluk (%)
Saf AZ91	% 99.17
A1	% 98.72
A2	% 98.64
A3	% 98.23
A4	% 97.76
A5	% 97.71

NUMUNELERİN SERTLİK ÖLÇÜMLERİ

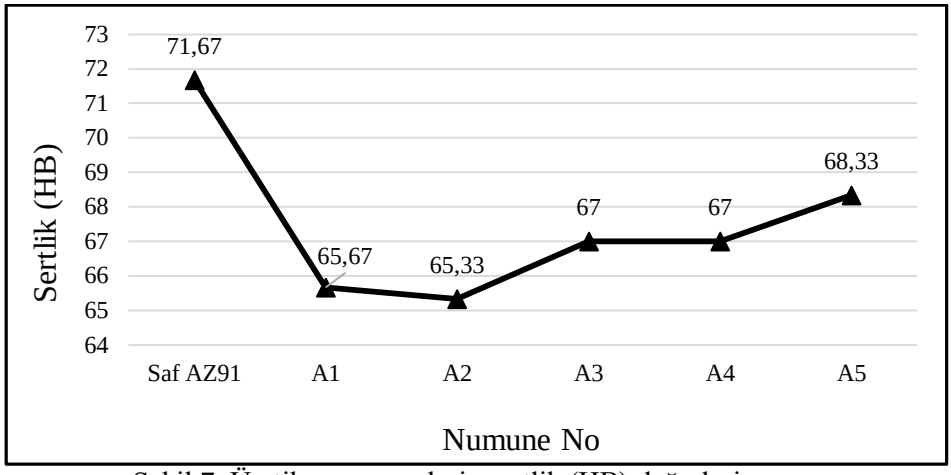
Si ve Sb ilavelerinin AZ91 alaşım tozlarına ilavesinin mekanik ve mikroyapı özelliklerine olan etkisini incelemek için malzemelerde mikro ve makro sertlik deneyleri yapılmıştır (Şekil 5,6 ve 7). İlave edilen Sb ilaveleriyle birlikte malzemenin sertliği devamlı bir şekilde artmış ve eski sertlik değerlerine yaklaşmıştır. Buna rağmen ilave elementler sonrasında α-Mg ve Si fazlarının sertliği hiçbir zaman değişmemiştir.



Şekil 5. Üretilen numunelerin α-Mg fazı mikrosertlik ($HV_{0,5}$) değerleri.



Şekil 6. Üretilen numunelerin Si fazı mikrosertlik ($HV_{0.5}$) değerleri.



Şekil 7. Üretilen numunelerin sertlik (HB) değerleri.

Srinivasan vd. [5-8] yaptığı çalışmalarda döküm teknolojisiyle üretilen numunelere Si mikro ölçekte, yani % 0.1-0.5 arasında ilave edilmiştir. En yüksek dayanım değeri % 0.3 Si ve % 0.5 Sb ilaveli numunelerde elde edilmiştir. Bu sonuçlar yapılan çalışmadaki değerlerle örtüşmektir. Benzer sonuçlar elde edilmesine rağmen Srinivasan vd. yaptıkları çalışmada % 0.3 Si ve % 0.5 Sb ilavesi ile saf AZ91'e göre daha yüksek sertlik ve dayanım değerleri elde etmiştir. Bunun sebebi döküm yöntemiyle üretilen bu

numunelerde Sb ilavesinin β-$Mg_{17}Al_{12}$ fazlarının dağılımını daha düzgün ve homojen bir şekilde α-Mg fazları arasında dağılmasını sağlaması sayesindedir. Toz metalürjisiyle üretim yönteminde bu şekilde bir oluşum gözlenememiştir.

GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada toz metalürjisi yöntemi ile üretilen AZ91 magnezyum alaşımı tozlarına ilave edilen Si ve Sb tozlarının malzemenin mekanik özelliklerine ve mikroyapılarına olan etkilerini incelemek amacıyla belirli karışım oranlarında numuneler hazırlanmış ve incelenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır:

- ✓ Kütlece % 0.3 Si içeren AZ91 alaşımlarına sırasıyla Si ilavelerinde olduğu gibi % 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 Sb ilave edilmiş ve tüm numuneler 500 ºC'de 1 saat boyunca sıcak preslenmiştir. Sb ilaveleriyle birlikte çok düşük de olsa bağıl yoğunluklar azalmaya devam etmiştir.
- ✓ XRF ve XRD analizleri sonucu sıcak pres sonrasında malzeme karışım oranlarında değişiklik olmadığı görülen Sb ilaveli numunelerin optik mikroskoplar yardımıyla mikro görüntüleri alınmıştır. Çekilen görüntülerde tane sınırları etrafında daha düzenli ve daha homojen dağılan arafazların oluştuğu gözlemlenmiştir. Numuneler üzerinden alınan SEM görüntülerinde yapılan EDX analizleri sonucu bu arafazların β-$Mg_{17}Al_{12}$, Mg_2Si ve Mg_3Sb_2 oldukları ortaya çıkmıştır.
- ✓ Yapılan mikro vickers ve Brinell sertlik deneyleri sonucunda Sb ilavesiyle birlikte sürekli olarak numunelerin makro sertlik değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Buna rağmen en yüksek sertlik değerleri A5 numunesinde 70.3 $HV_{0.5}$ ve 68 HRB şeklinde ölçülmüştür. Saf AZ91 numunesinin sertlik değerlerine ulaşılamamıştır.
- ✓ Sb ilavesi ile birlikte makro sertlik değerlerindeki artış, intermetalik fazların Sb ilavesi arttıkça daha homojen ve daha düzenli bir şekilde α-Mg tane sınırları etrafında dağılması sonucu oluştuğu düşünülmektedir. Bununla birlikte Si ve Sb ilave değerleri ne olursa olsun mikro sertlik değerlerinin büyük değişimler göstermediği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Görmüş, I. Z. S., Ergene, N., "Magnezyumun Klinik Önemi", Genel Tıp Derg., 14(2): 69-75 (2004).

2. Öztürk, F., Kaçar, İ., "Magnezyum Alaşımları ve Kullanım Alanlarının İncelenmesi", Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 1, Sayı 1: 12-20 (2012).
3. Mathis, K., Gubicza, J., Nam, N.H., "Microstructure And Mechanical Behavior Of AZ91 Mg Alloy Processed By Equal Channel Angular Pressing", Journal of Alloys and Compounds, Volume 394, Issues 1–2: 194-199 (2015).
4. Roodposhti, P.S., Sarkar, A., Murty, K.L., "A Review of the Influence of Production Methods and Intermetallic Phases on the Creep Properties of AZ91." Magnesium Technology 2014: 59-64 (2014)
5. Srinivasan, A., Pillai, U.T.S., Pai, B.C., "Microstructure And Mechanical Properties Of Si And Sb Added AZ91 Magnesium Alloy", Metallurgical and Materials Transactions A, Volume 36, Issue 8: 2235-2243 (2005).
6. Srinivasan, A., Ningshen, S., Kamachi Mudali, U., Pillai, U.T.S., Pai, B.C., "Influence Of Si And Sb Additions On The Corrosion Behavior Of AZ91 Magnesium Alloy", Intermetallics, Volume 15, Issue 12: 1511-1517 (2007).
7. Srinivasan, A., Ningshen, S., Kamachi Mudali, U., Pillai, U.T.S., Pai, B.C., "Influence Of Si And Sb Additions On The Corrosion Behavior Of AZ91 Magnesium Alloy", Intermetallics, Volume 15, Issue 12: 1511-1517 (2007).
8. Srinivasan, A., Ajithkumar, K.K., Swaminathan, J., Pillai, U.T.S., "Creep Behavior of AZ91 Magnesium Alloy", Procedia Engineering, Volume 55, 109-113 (2013).
9. Çetin, T., "Gaz Atomizasyon Yöntemiyle Am60 Tozu Üretimi Ve Karakterizasyonu", Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi, Karabük 35-41 (2019).
10. Akkaş, M., "Gaz Atomizasyon Yöntemi İle Az91 Tozu Üretimi Ve Karakterizasyonu", Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi, Karabük 27-38 (2018).

FORESTRY ENGINEERING
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

TALK İNORGANİK MİNERAL KATLILI ORTA YOĞUNLUKTA LIFLEVHA (MDF)'NIN YANMA PERFORMANSININ ARAŞTIRILMASI

Investigation of Combustion Performance of Talc Inorganic Mineral Added Medium Density Fiberboard (MDF)

Mehmet Akgül[1] & Osman Çamlibel[2*]

1 (Prof. Dr.) Karamanoglu Mehmetbey Üniversitesi, Yunus Emre Kampus, Karaman.
2 (Dr. Öğr. Üyesi) Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksek Okulu, İç Mekan Tasarım Programı, Kırıkkale.*iletişim yazarı: osmancamlibel@kku.edu.tr.*

Öz: Giriş ve Amaç: Bu çalışmada, levha endüstrisinde gün geçtikçe yangına karşı dirençli levha talebi artmaktadır. MDF levhaların yangına karşı direnç özelliklerini artırılması amaçıyla talk mineralini MDF üretiminde kullanılabilme olanakları araştırılmıştır. Lif üretiminde kullanılan yongalar, Asplund defibratorunde 7-7.5 bar buhar basıncı, 180ºC sıcaklık ve 4-5 dakika pişirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Pişirilen yongalara liflendirmeden önce %1,5 parafin verilmekte ve segmentlerde liflendirilmiştir. Defibratör çıkışı blowline hattında liflere %1 amonyum sülfat pulverize olarak verilmiştir. Ayrı tankta hazırlanan talk minerali 1 m³ MDF üretiminde kullanılan ligno-selülozik liflerin yerine %3 (20 kg), %6 (40 kg), %9 (60 kg) solüsyon oranlarında üre formaldehit tutkalına karıştırılarak pulverize olarak blowline'dan liflere verilmiştir. Lifler kurutma hattına girerek %8-%12 rutubete kadar kurutulmuştur. Serme bölümünde levha taslağı oluşturularak katlı preste 185–190°C sıcaklık, 32–34 kg/cm² basınç ve 270 sn presleme süresinde (210x4900x18 mm) ölçülerinde üretilmiştir. Bu üretim özel bir şirkete ait MDF üretim prosesinde gerçekleşmiştir. Levhaların klimatize işlemini takiben 50, 80 ve 120 grit büyüklüğündeki zımpara bantları ile zımparalanmıştır. Üretilen MDF'nin yanma testleri; AKY, KKY, KHY, AKY lüks, KKY lüks, KHY lüks, İYB, KHYS, Ağırlık kaybı deneyleri yapılmıştır. Test sonuçları SSPS 17 programı ile analiz edilmiştir. MDF üretiminde talk inorganik mineral yanmaya karşı direnç performansını artığı görülmüştür. Talk inorganik minerali MDF üretiminde kullanılması önerilir.

Anahtar sözcükler: Liflevha, yanma, MDF,talk, yangın geçiktirici.

Abstract: Background&Aim: In this study, the demand for fire resistant boards is increasing day by day in the MDF boards. In order to increase the fire resistance properties of MDF boards, the possibilities of using talc mineral in MDF production were investigated. Chips used in fiber production have been subjected to the process of cooking for 4-5 minutes in Asplund defibrator with the vapor pressure of 7-7.5 bar, and 180ºC temperature, 1.5 % paraffin has given to baked chips before fiber processing and this process is given in segments. 1% ammonium sulfate to be pulverized are added to fibers on output of defibrillator and blowline line. Inorganic fillers prepared in a separate tank, instead of lignocellulosic fibers used for the production of 1 m³ MDF, urea formaldehyde glue as a solution 3% (20 kg), 6% (40 kg), 9% (60 kg) percent mixed are given to fibers as pulverized on blowline. After this step, the fibers entering the drying lines are dried to 8% - 12% moisture and draft

board is formed in precompressor section. Boards are produced in condition of multiple presses, 185-190°C temperature, 32-34 kg/cm² pressure and 270 second pressing time. The dimensions of these plates are 2100x4900x18 mm. These products are manufactured in the MDF production process of a private company. Boards were sanded. These sanding belts are 50, 80 and 120 grit size. MDF Combustion tests; FIC, SC, ESC, FIC lux, SC lux, ESC lux, IST, ESCS and weight loss tests were carried out.Test results were analyzed with SPSS 17 program. As a result, it is concluded that talc inorganic mineral can be used in the production of MDF. As a result, inorganic talc minerals can be used in the production of MDF.

Keywords: Fiber board, combustion, MDF, talc, fire retardant

GİRİŞ

İnsanlık tarihinin başlangıcından beri en çok kullanılan malzemelerin başında odun esaslı ürünler gelmektedir. Dünya'da hızlı nüfus artısı; odun hammaddesine olan talebin çok hızlı arttığı ve gelişmekte olan ülkeler için lifsel hammadde ihtiyacının gelecekte çok önemli bir sorun haline gelebilecektir. Son yüz yılda teknolojinin de ilerlemesi ile ahşap malzemeye olan talep artmıştır. Ağaç malzemeye talebin artması ile masif malzemeye alternatif orman ürünleri panellerinin önemi artmaktadır.

Orman ürünleri endüstrisinde; inorganik madde bağlayıcılı odun kompozitleri ağırlığının%10-70'i arasında odun yongaları ya da liflerini ve bu orana bağlı olarak %90-30 arasında inorganik bağlayıcı (alçı, magnezyum çimentosu, portland çimentosu) içeren şekillendirilmiş ürünler veya levha ürünleridir. Güller (2001), İnorganik madde bağlayıcılı lif levha ve yongalevha üretilebilmektedir. Ağaç yongaları veya lignoselülozik materyaller, çimento, su ve kimyasal maddelerin uygun oranlarda karıştırılmasıyla düzgün yüzeyli paneller üretilmektedir. Kalaycıoğlu vd. (2012), çimento ve odun yünüyle ürettikleri kompozitler üzerine çalışmalar yapmaktadır. Ülkemizde kağıt üretiminde, sürekli artan lignoselülozik hammadde açığını azaltmak amaçıyla dolgu maddesi olarak kaolin, kalsit, titanyumdioksit, talk gibi endüstriyel minerallerden yararlanılmaktadır. Salari vd. (2009), laboratuar ortamında, %0, %2, %4, %6, %8 karışım oranlarında dolgu maddesi, takviyeli yapıştırıcı olarak nanokil katmanlı silikat (çimento özellik taşıyan dolgu maddesi) katkılı levha üretmişler ve levhaların fiziksel, mekanik özellikleri üzerine araştırmalar yapmıştır. Akgül vd (2013), yanmış biokütleden belli oranlarda yanmamış oduna karıştırarak MDF üretimi gerçekleştirmişler ve Ürettikleri MDF fiziksel, mekanik ve renk testleri yönünden araştırma yapmışlardır.

Özdemir ve Ayaz (2017), amonyum polifosfat (app) ve borik asidin (BA) MDF panellerin yangına dayanıklılığı üzerindeki etkisini yüzey kaplama malzemesi olarak araştırmışlardır. Zahedsheijani vd. (2011), Nanoclay'in MDF üretiminde potansiyel kullanımını araştırdı. Özdemir (2019), fırında kuru odun lifinin ağırlığına göre üç farklı mineral (sepiyolit, dolomit ve perlit) ve beş farklı oran (% 3,% 6,% 9,% 12 ve% 15) üretmiştir. Taghiyari vd. (2016), MDF'yi wollastonit elyaflarından, deve dikeni ve ağaç elyaflarından üretmiştir. Bu levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Wang vd. (2016), vermikülit katkılı MDF levhalar üretti. Levhların özelliklerini, oksijen endeksinin (LOI) sınırlandırılmasını, eşzamanlı termal analizin (TG-DSC), eğilme direnci (MOR) ve elastikiyet modülünü (MOE) araştırdılar.

Baysal (2009), Borlu bileşiklerin odunun biyolojik direnç, tutuşma, hızlandırılmış-yaşlandırma performans özellikleri üzerine etkileri ve odundan yıkanma özelliklerinin belirlenmesi çalışmalar yapmıştır. Arslan vd. (2009), Tutkal hattına katılan sodyum borat çözeltisinde bazı ağaç türlerinin yanma direnci belirlenmesi çalışması yapılmıştır. Baysal (2009), Borlu bileşiklerin odunun yanma, çürüklük, mekanik, üst yüzey özellikleri üzerine olan etkileri ve borun odun içinde kompleks bileşikler oluşturularak uzun süreli fiksasyonunun sağlanması çalışmaları gerçekleştirmiştir.

MDF endüstrisinde hammadde talebini azaltmak için lignoselülozik hammadde yerine inorganik dolgu minerallerden; talk mineralinin kullanılabilme olanaklarının araştırılması hedeflenmiştir. Ülkemizde bol miktarda bulunan inorganik dolgu minarelerini değerlendirerek; talk mineral katkılı MDF levha üretimi gerçekleştirebilmektir. Böylece %70 YA Doğu kayını *(Fagus orientalis L.),* Saplı meşe *(Quercus Robur L.)* ve %30 İYA Sarıçam *(Pinus sylvestris L.)* liflerine %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katılarak fabrika üretim ortamında MDF levhaların üretimini gerçekleştirmektir. Bu deney sonuçlarında SSPS 17 istatistiki program uygulanmıştır.

MATERYAL & METOD

MDF üretiminde kullanılan ağaç türleri ve inorganik dolgu maddeleri

Doğu kayını

Doğu Kayını (*Fagus Orientalis L.)* Fagaceae familyası türlerindendir. Avrupa da Avrupa kayını (*Fagus sylvatica L*) türleri yetişmektedir. Boyları 30-40 m, çapları ise 100-150 cm civarındadır (Yaltırık, 1998). Bu ağaç türü, Duzce bölgesi orman işletmelerinden kamyonlarla fabrikaya getirilmiştir.

Saplı meşe

Saplı Meşe *(Quercus Robur L*).fagaceae familyasından olan Quercus cinsi ülkemizde de çok sayıda tür ile temsil edilmektedir. Meşeleri; Ak meşe, kırmızı meşe ve daimi yeşil meşeler olmak üzere üç grupta toplamak mümkündür. 20-50 m boy, 100-200 cm'ye kadar çap yapabilmektedirler(Yaltırık, 1998). Bu ağaç türü, batı karadeniz bölgesi orman işletmelerinden kamyonlarla fabrikaya getirilmiştir.

Sarıçam

Sarı Çam (*Pinus sylvestris L*) pinaceae familyasının en önemli cinslerinden biridir. Ülkemizde 5 tür ile temsil edilmektedir. Sarıçam *(Pinus sylvestris)*, karaçam (*Pinus nigra subsp)*. Anadolu karaçamı (*Pinus Paliasiana (Lamb.) Holomboe*), Kızıl çam, (*Pinus brutia Ten*). Fıstık Çamı *(Pinus pinea L)*. ve Halep çamı (*Pinus halepensis*)'dır. Çamlar 30-50 metreye kadar boy ve 100 cm den fazla çap yapabilmektedir. Bu çamlardan sadece sarı çam'ın özellikleri aşağıda verilmiştir (Yaltırık, 1998). Bu ağaç türü, Bolu bölgesi orman işletmelerinden kamyonlarla fabrikaya getirilmiştir.

İnorganik talk mineralleri

Talk, sulu bir magnezyum silikat olup, teorik formülü $3MgO_4SiO2H_2O$'dur. İdeal bileşiminde %63.5 SiO2, %31.7 MgO ve %4.8 H_2O ihtiva etmektedir. Beyaz, yeşilimsi şeffaf renklerde, kaygan, masif görünümlü ve yumuşaktır. Sertliği Mohs cetveline göre 1–1.5 arasında değişmektedir. Yoğunluğu 2.6–2.8 gr/cm^3 arasındadır. Kristal sekli monokliniktir. Talkın ısı ve elektrik iletkenliği zayıftır fakat ateşe dayanıklıdır. Yüksek sıcaklıklarda ısıtıldığında sertleşmekte ve katılaşmaktadır. Asitlerle bozulmamaktadır. Talkın ticari olanları genellikle teorik saflıktan oldukça farklılıklar göstermektedir. Bu tür ürünler, saf talk minerali olduğu gibi talk ve talkın parajenezinde bulunan dolomit, kalsit, kuvars, diyopsit, serpantin, magnetit, pirit, tremolit-aktinolit ve mika gibi minerallerin değişik oranlarda karışımı halinde olabilmektedir. Talk; seramikte, boya yapımında, çatı kaplamasında, haşarat ilacı üretiminde, kauçuk ve kâğıt sanayinde, kozmetik ve farmakoloji'de, asfalt dolgu maddesi yapımında, hayvan yemi ve gübre üretiminde kullanılmaktadır. Kullanım amacına göre, yumuşaklığı, yağ absorbsiyonu, nem oranı, erime noktası, özgül ağırlığı, ısı ve elektrik iletkenliği ve kimyasal analiz önemlidir (Anonim, 2019).

Kimyasallar

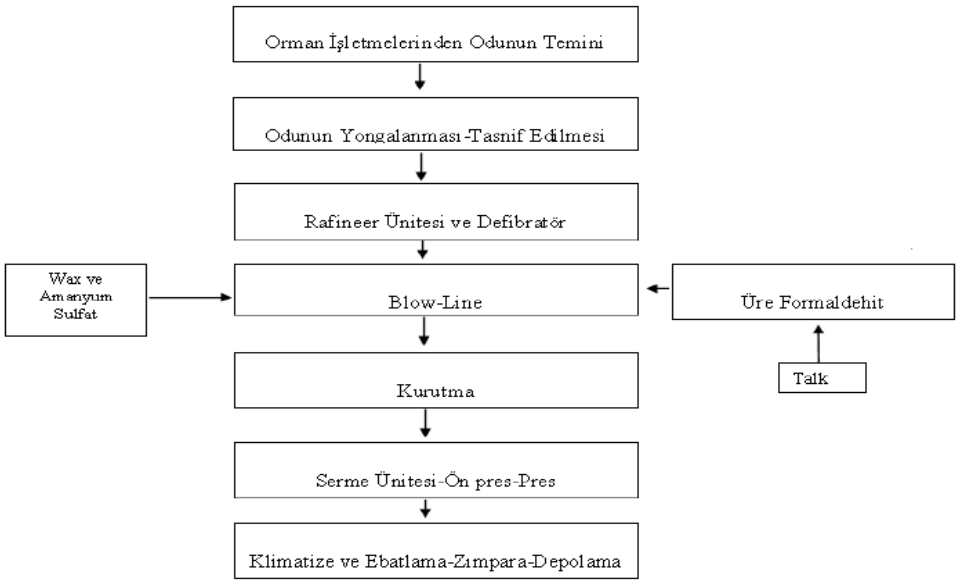
Deneme levhalarının üretiminde kullanılan kimyasalların (üre formaldehit,sıvı parafin, amonyum sülfat) değerleri Tablo 1'de

verilmiştir. Sertleştirici (hardener) olarak amonyum sülfatın %20'luk çözeltisi hazırlanmaktadır. Blow line pipe'den tek noktadan enjekte edilebilmektedir. Hidrofobik madde olarak "sıvı wax" kuru life % 1.5'e gelecek şekilde ilave edilebilmektedir.

Tablo 1. MDF Üretiminde kullanılan kimyasalların spesifik değerleri.

Sıra no	Ürün karakteristiği	Ölçüm değeri
1	Ürün adı: (tutkal) poliüre 2265	
	Görünüş	Temiz, beyaz sıvı
	Katı madde %	65±1
	Formaldehit / üre mol oranı	1.25
	Yoğunluk (20^0c gr/cm^3)	1.227
	Vizkosite (20^0c cps)	185
	Akma zamanı (20^0c, fc4, sn)	25 – 40
	Jelleşme zamanı(100^0c,sn) (%10luk $(nh_4)_2so_4$)	40 – 60
	Ph	7.5 – 8.5
	Serbest formaldehit miktarı %	0.5 max
	Metilol grupları %	12 – 15
	Depolama zamanı (20^0c, gün)	45
2	Ürün adı: sıvı parafin	
	Görünüş	Krem, light
	Erime noktası	Sıvı
	Yağ oranı %	2 max
	Penetrasyon	32
3	Ürün adı: amonyum sülfat	
	Görünüş	Kirli beyaz
	Yapı	Kristal taneli

Deneme levhaları, Divapan Entegre Ağaç Panel San. ve Tic. A.Ş. Düzce MDF fabrikasında diğer üretim şartları aynı kalmak suretiyle sadece İnorganik dolgu minerallerinin karışım oranları değiştirilerek normal üretim hattında üretilmiş genel amaçlı MDF levhalarıdır. Üretim prosesi MDF üretim teknolojisi bölümünde detaylı olarak anlatılmıştır. Deneme levhalarında uygulanacak iş planı aşağıdaki Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışma planı iş akışı

Lignoselülozik materyal, üre formaldehit tutkalı, amonyum sülfat, parafin ve inorganik dolgu maddelerinin belirlenmesi ve temin edilmesi

Orta yoğunlukta lif levha üretiminde, orman işletmelerinden tedarik ettiğimiz Doğu Kayını, Saplı Meşe ve Sarı Çam odun hammaddesi kullanılmıştır. Odun hammaddesi yongalayıcıda yongalandıktan sonra yongalar mekanik eleyicide elenmektedir. Rafiner ünitesinde 180°C 7–7.5 bar buhar basıncında 4–5 dakika rafiner pişirme kazanında yongaların mantarlaşması sağlanmaktadır. Mantarlaşan yongalar defibratörde liflendirilmektedir. Mantarlaşan yongalara liflendirmeden önce sıvı parafin verilmektedir. Defibratör çıkışında blow line hattında amonyum sülfat ve üre formaldehit life pulverize olacak şekilde verilmektedir. Ayrı bir tankda hazırlanan inorganik dolgu minerali %3-%6-%9 oranlarında üretim reçetesine göre hazırlanmaktadır. İnorganik dolgu minerallerinin solüsyonu üre formaldehit tutkalına karıştırılarak pulverize olarak blow line'dan life verilmektedir. Blow line üzerinde kimyasallar ve üre formaldehit karışımlı inorganik dolgu mineralleri ihtiva eden lifler kurutma hattına girerek %8-%12 rutubete kadar kurutulmaktadır.

Üretim prosesin kurulması ve prosesi etkileyen parametrelerin belirlenmesi

Rafiner ve reçine ünitelerinde reçine ve diğer kimyasalların blow line verilmesi aşağıdaki Şekil 2'de gösterilmiştir. Araştırmamızın temel

konusu talk inorganik mineral solüsyonunu hazırlanma ve üretim prosesine verilmesi aşağıdaki Şekil 2'de gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Reçine ve talk solüsyonu hazırlanması

Üretim reçetelerinin oluşturulması

İnorganik dolgu mineral katkılı solüsyon karışımının lignoselülozik materyallere karıştırılmasıyla oluşturulacak üretim reçetesi Tablo 2'de verilmiştir. Bu üretim reçetesinde hangi katkı maddelerinden ne oranda kullanılacağı reçetelendirilmiştir. MDF levhalarının fiziksel ve teknolojik testleri yapılacaktır. Araştırma levhalarının karışım oranları aşağıdaki Tablo 2'de verilmektedir.

Kısaltmalarla gösterilen sembollerin anlamları açıklanmaktadır.

R: Bir m^3 levha için tüketilen (ibreli+ibresiz Odun).

T: Bir m^3 levha için tüketilen inorganik dolgu maddeleri.

x,y : Yüzdelik (%) karışımı belirtir.

T :Talk .

Levha Tipi	Ürün Tipi	Biokütle	Üre Formaldehit	$(NH_4)_2SO_4$	Parafin	İnorganik Dolgu Minareli	Endüstriyel Lif	% Oran
$R_{100}T_0$	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	-	100%	0%
$R_{97}T_3$	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	Talk	97%	3%
$R_{94}T_6$	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	Talk	94%	6%
$R_{91}T_9$	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	Talk	91%	9%

Tablo 2. İnorganik dolgu minarallerinin MDF üretiminde kullanım reçeteleri**.**

Fabrika sıcak pres üretim parametreleri

MDF üretim prosesinde %70 yapraklı ağaç ve %30 iğne yapraklı ağaç karışımlı yongalar defibratörde lif haline geldikten sonra blow line hattına inorganik mineral katkılı üre formaldehit tutkalı enjekte edilmektedir. Kurutma hattında %11 rutubete kadar kurutulmaktadır. İnorganik mineral katkılı kuruyan lifler mekanik serme ile homojen olacak şekilde serilerek lif pastası (mat) oluşturulmaktadır. Pasta (mat) katlı preste 190°C ve 32-34 kg/cm² ve 275 sn içinde preslenerek Tablo 3'e göre MDF levhaları üretilmektedir. Levhalar ebatlama işleminden sonra 5 gün beklemeye alınmış ve bekleme esnasında klimatize edilmiştir. Bu işlem sonunda levhaların üst ve alt yüzeyleri 40–80–120 kum zımpara yapılmıştır.

Tablo 3. Üretilen MDF levhalarının presleme parametreleri.

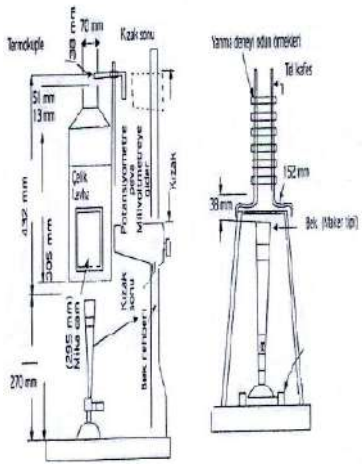
Sıcak pres proses parametreleri ve presleme şartları								
Levha tipi	Endüstriyel lif	İnorganik katkılı mineraller	Lif rutubeti (%)	Pres sıcaklığı (°c)	Pres basıncı (kg/cm²)	Pres süresi (dk)	Zımparalı levha kalınlığı (mm)	Levha rutubeti (%)
$R_{100}T_0$	100%	0%	10-11%	185-190	32-34	4.50	18	7.50
$R_{97}T_3$	97%	3%	10-11%	185-190	32-34	4.50	18	7.89
$R_{94}T_6$	94%	6%	10-11%	185-190	32-34	4.50	18	7.20
$R_{91}T_9$	91%	9%	10-11%	185-190	32-34	4.50	18	7.50

Üretilen MDF 'lerin Testlerinin Yapılması

Levha Yanma Testi

Yanmayı geciktiren maddeler günümüzde bazı levha ürünlerinde uygulanmaktadır. MDF odun kökenli lignoselülozik malzeme olduğundan yanıcıdır. İnorganik mineral katkılı MDF levhaların yanmaya karşı (Flame Retardent) etkinliği (ASTM E 160-50) aşağıdaki Şekil 3'deki gibi test yöntemi uygulanarak yanma direnci ölçülmektedir. MDF'nin yanma süresi levha kalınlığına, yoğunluğuna, levhanın

direncine, kullanılan tutkalın türüne, odun cinsine, yangın önleyici kimyasal maddelerle korunmuş olup olmadığına bağlıdır. Yangın geciktirici kullanılan levhaların yanma test sonucunda, sınıflama yapılması kararlaştırılmıştır. Sınıf I, II, III, IV olarak FR sınıflandırması yapılmaktadır. Bu test sonucuna göre yangın geciktirici ihtiva eden levhaların sınıflandırılması Yapılmaktadır.



(a)





(b) **(c)**

Şekil 3. Yanma deneyi düzeneği(a), (b) ve yanma deneyi malzemeleri (c).

Yanma deney numunesi şekil 3 (c)'de gösterildiği gibi 13x13x76 mm boyutlarında ve ASTM E 160-50 standardına göre yapılmıştır. Yöntemde test ve kontrol örnekleri yakma işlemi öncesinde 27 ± 2 °C ve %30-35 bağıl nem ortamının ayarlandığı iklimlendirme odasında standartta önerilen %7 rutubet derecesine getirtilmiştir. Deneyde 24'er örnek 12 kat halinde kare prizma şeklinde dizilerek yakılmıştır. Yakma işlemi boyunca gaz basıncı standardında belirtildiği düzeyde sabit tutulmuştur

Yanma deneyi parametreleri; alev kaynaklı yanma (AKY), kendi kendine yanma (KKY), kor halinde yanma (KHY), alev kaynaklı yanma lüks (AKY lüks), kendi kendine yanma lüks (KKY lüks), kor halinde yanma lüks (KHY lüks), kor halinde yanma zamanı (KHY zaman) ve yanma kaybı (ağırlık kaybı) aşamaları ölçülerek kaydedilmiştir. Her bir inorganik katkılı MDF levhaların yanma deneyinde 24'er adet 3'er parti olmak üzere 24x3=72 örnek yakılmıştır. Proses ortamında üretilen levhaların tıoplamı 12+1=13 gruptan oluşmaktadır. Talk katkılı levhalardan 13x72=936 adet örnek yakılmıştır.

Yanma Sınıfları; B_1: Zor yanan. B_2: Normal yanan. B_3: Kolay yanan olarak adlandırılır.

Üretilen MDF 'lerin Yanma Testlerinin Yapılması

İnorganik katkı mineralleriyle üretilen MDF levhaların özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan testler; AKY, AKY lüks, KKY, KKY lüks, KHY, KHY lüks, KHY zaman ve Ağırlık kaybı deneyleri yapılmıştır. Talk katkılı MDF levhaları Tablo 4'deki yönteme göre test edilmektedir. Bu testler sonucunda elde edilen veriler istatistikî SPSS 17 (ANOVA) Duncan sonuçları Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Yanma testlerinin numune boyutları, adetleri ve uygulanan standart.

Deney Adları	Numune Boyutları (mm)	Adeti	Standart No
Levha Yanma Testi	13x13x76	936	ASTM E 160–50

BULGULAR

MDF Levhalarının Yanma Deneylerine Ait Bulgular

MDF test levhalarının (%0, %3, %6, %9) sonuçları Tablo 5'de gösteterilmiştir.

Tablo 5. Talk katkılı levhaların; AKY, AKY lüks, KKY, KKY lüks, KHY, KHY lüks, KHY zaman ve ağırlık kaybı verileri ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha / Talk		Ort.[x]	Std. Sapma	Std. Hata	95% Güven Aralığı* Alt Sınır	95% Güven Aralığı* Üst Sınır	Minumum[y]	Maksimum[z]
AKY SICAKLIK (ºC)	$R_{100}T_0$	560.21[a]	17.97	12.71	398.71	721.70	547.50	572.92
	$R_{97}T_3$	537.87[ab]	20.57	14.54	353.06	722.68	523.33	552.42
	$R_{94}T_6$	513.95[ab]	9.36	6.62	429.77	598.13	507.33	520.58
	$R_{91}T_9$	470.08[b]	47.14	33.33	46.52	893.64	436.75	503.42
KKY SICAKLIK (ºC)	$R_{100}T_0$	662.57[a]	6.64	4.69	602.91	722.23	657.88	667.27
	$R_{97}T_3$	609.28[ab]	10.60	7.50	513.98	704.57	601.78	616.78
	$R_{94}T_6$	584.93[b]	10.88	7.69	487.16	682.70	577.24	592.63
	$R_{91}T_9$	493.12[c]	46.04	32.56	79.40	906.83	460.56	525.68
KHY SICAKLIK (ºC)	$R_{100}T_0$	652.57[a]	18.99	13.43	481.92	823.21	639.14	666.00
	$R_{97}T_3$	396.50[b]	65.76	46.50	194.33	987.33	350.00	443.00
	$R_{94}T_6$	380.50[b]	14.84	10.50	247.08	513.91	370.00	391.00
	$R_{91}T_9$	188.57[c]	5.04	3.57	143.20	233.93	185.00	192.14
KHY ZAMANI (dk.)	$R_{100}T_0$	64.33[a]	0.94	0.67	55.81	72.84	63.66	65.00
	$R_{97}T_3$	70.75[b]	1.76	1.25	54.86	86.63	69.50	72.00
	$R_{94}T_6$	72.50[b]	1.41	1.00	59.79	85.20	71.50	73.50
	$R_{91}T_9$	75.25[b]	2.47	1.75	53.01	97.48	73.50	77.00
AKY (LÜKS)	$R_{100}T_0$	309.00[a]	2.82	2.00	283.58	334.41	307.00	311.00
	$R_{97}T_3$	267.87[b]	27.51	19.45	20.67	515.07	248.42	287.33
	$R_{94}T_6$	263.00[b]	6.95	4.92	200.48	325.51	258.08	267.92
	$R_{91}T_9$	269.33[b]	1.64	1.16	254.53	284.13	268.17	270.50
KKY (LÜKS)	$R_{100}T_0$	302.42[a]	24.86	17.50	79.04	525.79	284.84	320.00
	$R_{97}T_3$	265.44[a]	9.51	6.72	179.99	350.89	258.72	272.17
	$R_{94}T_6$	270.38[a]	5.06	3.58	224.89	315.86	266.80	273.96

	$R_{91}T_9$	265.15[a]	19.21	13.59	92.47	437.82	251.56	278.74
KHY (LÜKS)	$R_{100}T_0$	302.57[a]	19.19	13.57	130.14	474.99	289.00	316.14
	$R_{97}T_3$	267.00[a]	16.97	12.00	114.52	419.47	255.00	279.00
	$R_{94}T_6$	265.50[a]	3.53	2.50	233.73	297.26	263.00	268.00
	$R_{91}T_9$	216.68[b]	22.37	15.82	15.66	417.69	200.86	232.50
AĞIRLIK KAYBI %	$R_{100}T_0$	96.35[a]	0.07	0.05	95.71	96.98	96.30	96.40
	$R_{97}T_3$	95.60[b]	0.42	0.30	91.78	99.41	95.30	95.90
	$R_{94}T_6$	94.85[c]	0.07	0.05	94.21	95.48	94.80	94.90
	$R_{91}T_9$	92.80[d]	0.14	0.10	91.52	94.07	92.70	92.90

x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Bu yanma testinde AKY, AKY lüks, KKY, KKY lüks, KHY, KHY lüks, İYB sıcaklığı (ilk yanma başlangıç sıcaklığı), İYB zamanı (ilk yanma başlangıç tutuşma sıcaklığı zamanı), İYB lüks (ilk yanma başlangıç lüks), TY sıcaklığı (tam yanma sıcaklığı), TY zamanı (tam yanma sıcaklığı zamanı), TY lüks (tam yanma lüks), KHYS (kor halinde yanma süresi) ve Ağırlık kaybı verileri aşağıdaki Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yanma testleri.

Proses Ortamında Üretilen Levhaların Yanma Testi														
Levha	AKY ORT.		KKY ORT.		KHY ORT		İYB ORT			TY			KHYS	Ağirlik Kaybı
	Sıcaklık (ºC)	(Lüks)	Sıcaklık (ºC)	(Lüks)	Sıcaklık (ºC)	(Lüks)	Sıcaklık (ºC)	Zaman (sn)	(Lüks)	Sıcaklık (ºC)	Zaman (sn)	(Lüks)	Dakika (dk)	(g)
$\%_{100}R$	560.21	309.00	662.58	302.42	652.57	302.57	654	150	321	614.0	540	301.0	64.33	96.40%
$R_{97}T_3$	537.88	267.88	609.28	265.45	396.50	267.00	583	435	266	396.5	645	267.0	70.75	95.60%
$R_{94}T_6$	513.96	263.00	584.93	270.38	380.50	265.50	591	360	277	370.5	780	260.5	72.50	94.80%
$R_{91}T_9$	470.08	269.33	493.12	265.15	188.57	216.68	365	435	253,5	127.5	765	172.0	75.25	92.80%

TARTIŞMA VE SONUÇ

Talk katkılı MDF (orta yoğunlukta lif levha) ait yanma testlerinin (AKY, KKY, KHY, AKY lüks, KKY lüks, KHY lüks, İYB, KHYS, Ağırlık kaybı) sonuçları Tablo5 ve Tablo 6'da gösterilmiştir.

AKY sıcaklık değerleri sonuçları Tablo5 ve Tablo 6'da gösterilmektedir. Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$,$R_{97}T_3$,$R_{94}T_6$), ($R_{97}T_3$,$R_{94}T_6$,$R_{91}T_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Kontrol levhasının AKY sıcaklığı $R_{100}T_0$ (560.21ºC) en yüksek ölçülmüştür. Talk katkılı levhaların $R_{97}T_3$ (537.87ºC) AKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol levhasına göre %4.45 AKY sıcaklığına karşı direnç göstermektedir. $R_{94}T_6$ (513.95ºC) AKY sıcaklığı ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %9.00 AKY sıcaklığına karşı direnç göstermektedir. $R_{91}T_9$ (470.08ºC) AKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası kontrol levhasına göre %19.17 AKY sıcaklığı azalmakta ve levha yanmaya karşı etkili olduğu görülmektedir. MDF üretiminde inorganik mineral miktarı arttıkça AKY sıcaklığı azalmaktadır. MDF'nin yanmaya karşı direnç göstermesinin inorganik minerallerin kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır.

KKY sıcaklığının sonuçları Tablo5 ve Tablo 6'da gösterilmektedir. Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$,$R_{97}T_3$), ($R_{97}T_3$,$R_{94}T_6$), ($R_{91}T_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Kontrol levhasının KKY sıcaklığı $R_{100}T_0$ (662.57ºC) ölçülmüştür. Talk katkılı MDF'nin $R_{97}T_3$ (609.28ºC) KKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol levhasına göre %8.74 KKY sıcaklığı yanmaya karşı direnç göstermektedir. $R_{94}T_6$ (584.93ºC) KKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhası kontrol levhasına göre %13.27 KKY sıcaklığı yanmaya karşı dirençlidir. $R_{91}T_9$ (493.12ºC) KKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası kontrol levhasına göre %34.36 oranında yanmaya karşı dirençli olduğu test edilmiştir.

KHY sıcaklığı sonuçları Tablo5 ve Tablo 6'da gösterilmektedir. Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$,$R_{94}T_6$), ($R_{91}T_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Kontrol levhasının KHY sıcaklığı $R_{100}T_0$ (652.57ºC)'dir. Talk katkılı levhası $R_{97}T_3$ (396.50ºC) KHY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol levhasına göre %64.58 KHY sıcaklığı yüzdesi azalmaktadır. $R_{94}T_6$ (380.50ºC) KHY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhası kontrol levhasına göre %71.50 KHY sıcaklığı azalmaktadır. $R_{91}T_9$ (188.50ºC) KHY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası KHY sıcaklığı kontrol levhasına göre %246.19 yanmaya karşı direnç gösterdiği test edilmektedir.

KHY zaman sonuçları Tablo5 ve Tablo 6'da gösterilmektedir. Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$,$R_{94}T_6$,$R_{91}T_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Kontrol levhasının KHY zaman (dk) $R_{100}T_0$ (64.33 dk)'dir. Talk katkılı $R_{97}T_3$ levhası (70.75 dk) KHY zamanı ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası referans levhasına göre %9.97 KHY zamanı azalmaktadır. $R_{94}T_6$ levhası (72.50 dk) KHY zamanı ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhası kontrol levhasına göre %12.70 KHY zamanı azalmaktadır. $R_{91}T_9$ levhası (75.25

dk) KHY zamanı ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %16.97 KHY zamanının arttığı test edilmektedir.

AKY lüks sonuçları Tablo5 ve Tablo 6'da gösterilmektedir. Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$,$R_{94}T_6$,$R_{91}T_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Kontrol ($R_{100}T_0$) levhasının AKY ışık yoğunluğu (309.00 lüks)'dür. Talk katkılı levhasının $R_{97}T_3$ (267.87 lüks) AKY ışık yoğunluğu ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %15.35 AKY lüks azalmaktadır. $R_{94}T_6$ (263.00 lüks) AKY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. Böylece kontrol levhasına göre %17.49 AKY lüks azalmaktadır. $R_{91}T_9$ (269.33 lüks) AKY ışık yoğunluğu ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %14.72 AKY lüks azaldığı test edilmektedir. Talk miktarı arttıkça AKY ışık yoğunluğu azalmaktadır.

KKY lüks sonuçları Tablo5 ve Tablo 6'da gösterilmektedir. Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$,$R_{97}T_3$,$R_{94}T_6$), ($R_{91}T_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Kontrol levhasının $R_{100}T_0$ (302.42 lüks) Talk katkılı levhasının $R_{97}T_3$ (265.44 lüks) KKY lüks ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol levhasına göre %13.93 KKY lüks azalmaktadır. $R_{94}T_6$ (270.38 lüks) KKY lüks ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhasının kontrol levhasına göre %11.84 KKY ışık yoğunluğu azalmaktadır. $R_{91}T_9$ (265.15 lüks) KKY lüks ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası kontrol levhasına göre %14.05 KKY lüks azaldığı test edilmiştir. Talk miktarı artıkça KKY lüks değeri yüksek görülmektedir.

KHY lüks sonuçları Tablo5 ve Tablo 6'da gösterilmektedir. Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$,$R_{97}T_3$,$R_{94}T_6$), ($R_{91}T_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. bulunmamaktadır. Kontrol levhası $R_{100}T_0$ (302.57 lüks) Talk katkılı levhalar, $R_{97}T_3$ (267.00 lüks) KHY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol levhasına göre %13.32 KHY lüks azalmaktadır. $R_{94}T_6$ levhası KHY (265.50 lüks) ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhası kontrol levhasına göre %13.96 KHY ışık yoğunluğu azalmaktadır. $R_{91}T_9$ levhası KHY (216.68 lüks) ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası kontrol levhasına göre %39.63 KHY lüks azaldığı test edilmiştir.

Ağırlık kaybı sonuçları Tablo5 ve Tablo 6'da gösterilmektedir. Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$), ($R_{94}T_6$), ($R_{91}T_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Kontrol levhasının ağırlık kaybı $R_{100}T_0$ (%96.35) ölçülmüştür. Talk katkılı levhası $R_{97}T_3$ (%95.60) ağırlık kaybı ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol levhasına göre %0.78 ağırlık kaybı azalmaktadır. $R_{94}T_6$ levhası (%94.85) ağırlık kaybı ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhası kontrol levhasına göre %1.58 ağırlık kaybı azalmaktadır. $R_{91}T_9$ levhası (%92.80) ağırlık kaybı ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası referans levhasına göre %3.82 ağırlık kaybı azaldığı tespit edilmektedir. Talk miktarı artıkça levhalarda ağırlık kaybı artdığı görülmektedir.

MDF üretiminde, %70 YA (*Fagus orientalis Lipsky+ Quercus Robur L.*) ve %30 İYA (*Pinus sylvestris L*) lignoselülozik hammadde karışımlarına, talk dolgu minerali (%0, %3, %6, %9) katkılı üretilen levhaların ASTM E 160–50 standardı uygulayarak yanma test özellikleri belirlenmiştir.

Talk katkılı üretilen MDF (orta yoğunlukta lif levha)'lerin yanma karşı direnç ve lüks değerlerinde iyileştirici sonuçlar bulunmuştur. Talk miktarı arttıkça levhalarda yanmaya karşı direnç sağlanmaktadır. MDF üretiminde ülkemizin yeraltı zenginliklerinden Talk inorganik minerallerini yanmaya karşı direnç sağlayan levhaların üretiminde kullanılabileceği önerilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından desteklenmiştir. T.C. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Odun Kimyası ve Teknolojisi Bölümü ve Divapan Entegre AŞ ve Gazi Üniversitesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği'ne katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Akgül, M., Ayrılmış, N., Çamlıbel, O., Korkut, S. (2013). Potential utilization of burned wood in manufacture of medium density fiberboard, Journal of Material Cycles and Waste Management, 15(2), 195-201.
2. ASTM E 160–50. (1976). Standard test method for combustible properties of treated wood by the crib test.
3. Güller, B., (2001). Wood composites Suleyman Demirel University Forest Faculty Journal Serial: A, Number 2, 135-160.
4. Kalaycıoğlu, H., Yel, H., Dönmez. & Çavdar, A. (2012). Wood Wool Cement Boards and its Applications, Kastamonu University Forest Faculty Journal.
5. Özdemir, F., Ayaz, A. (2017). ınvestigation of the effect on combustion resistance of ammonium polyphosphate and boric acid chemicals added to surface coating, Kastamonu University, Journal of Forestry Faculty, 17 (2): 290-297.
6. Özdemir, F. (2019). Effect of mineral materials content as filler in medium density fiberboard, Bioresources 14(1), 2277-2286.
7. Salari, A., Tabarsa T., Khazaeian A., Saraeian A. (2012). Effect of nanoclay on some applied properties of oriented strand board (OSB) made from underutilized low quality paulownia **(***Paulownia fortunei***)** wood, J Wood Sci 58:513–524.

8. Taghiyari, H, R., Behrooz, M, P., Morrell, J, J. (2016). Effects of wollastonıte on the propertıes of medıum-densıty fiberboard (MDF) made from wood fıbers and camel-thorn Maderas. Ciencia Y Tecnología 18(1), 157 – 166.
9. Wang, J., Wang,f., Gao,Z., Zheng,M., Sun, J. (2016). Flame retardant medium-density fiberboard with expanded vermiculite, Bioresources 11(3), 6940-6947. 6947.
10. Yaltırık, F. (1998). Dendroloji Ders Kitabı II, İ.Ü. Yayın No: 4104, Orman Fak. Yayın No: 420, ISBN: 975-404-095-8, İstanbul.
11. Zahedsheijani, R., Gholamiya,H., Tarmia,A., Yousefi,H. (2011). Mass transfer ın medıum densıty fıberboard (MDF) modıfıed by Na^+ montmorıllonıte (Na^+Mmt) nanoclay, Maderas. Ciencia Y Tecnología 13(2): 163-172.
12. Anonim.(2019). http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/talk

PETROLEUM AND NATURAL GAS ENGINEERING
PETROL VE DOĞALGAZ MÜHENDİSLİĞİ

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

PİRİNANIN PİROLİZİ PROSESİNDE SICAKLIĞIN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Yusuf Yalman[1] & Yakup Kar[2]

[1]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Anabilim Dalı-31200, İskenderun-Hatay*

[2]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Bölümü-31200, İskenderun-Hatay*

Öz: Çeşitli yaşamsal faaliyetlerin ve endüstriyel uygulamaların gerçekleştirilmesinde en önemli girdilerin başında, enerji ve enerji tabanlı hammaddeler yer almaktadır. Günümüzde gerek toplumların refah düzeyinde görülen sürekli artış gerekse de çeşitli endüstriyel alanlarda gerçekleşen faaliyet tür çeşitliliği gibi daha birçok unsur, bu enerji girdisine olan talepte sürekli artışa yol açmaktadır. Söz konusu talep artışı; tüm dünyada büyük oranda enerjinin karşılandığı kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil kökenli kaynakların mevcut rezervlerinde ciddi oranlarda azalmaya neden olmaktadır. Özellikle sınırlı miktarda kaynak rezervine sahip ve büyük oranda enerji bakımından dışa bağımlı olan ülkelerde acil olarak çözümlenmesi gereken konuların başında gelmektedir. Yüksek orandaki mevcut enerji bağımlılığı; özellikle enerji alanındaki bilim insanlarını, mevcut fosil kaynakların yerini alabilecek çevre dostu yeni alternatif enerji kaynakların değerlendirilebilirliğinin mümkün kılınabilmesi noktasında araştırmalar yapmaya teşvik etmektedir. Bu çerçevede, çevre dostu alternatif enerji kaynaklar arasında gerek teknik potansiyeli gerekse de tür çeşitliliği ve ayrıca yenilenebilir olması gibi pozitif özelliklerinden dolayı çeşitli biyokütle kaynakları ön plana çıkmaktadır. Mevcut çalışmada, biyokütle kaynağı olarak önemli ölçüde üretim potansiyeline sahip zeytinyağının atık yan ürünü olan pirinanın, alternatif enerji kaynağı olarak değerlendirilebilirlik yönünün araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, İskenderun yöresindeki zeytinyağı üretim işletmelerinden temin edilen açık havada iyice kurutulmuş pirina numunesi, sabit yataklı bir piroliz reaktöründe inert atmosfer (N_2 gazı) ortamında, 10 ^oC/dak ısıtma hızında ve 400-600 ^oC arasındaki farklı çalışma sıcaklıklarında piroliz işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen sıvı ürün; yakıt, yakıt katkısı ve çeşitli petrokimyasalların üretimi amaçlı biyorafineriler için hammadde yüklemesi olarak kullanılabilirlik potansiyelinin belirlenmesi amacıyla çeşitli tekniklerle karakterize edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pirina, piroliz, alternatif yakıt, petrokimyasal, biyokütle

GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz yüzyılda ülkelerin büyük bir çoğunluğu enerji ihtiyacını büyük oranda hala petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil kökenli enerji kaynaklarından karşılamaktadırlar. Ancak fosil kökenli bu enerji

kaynakları, dünya coğrafyasında orantısız rezerv dağılımına sahip olmanın yanı sıra önemli ölçüde hava ve çevre kirliliğine katkıda bulunma gibi dezavantajlı yönlere sahiptirler. Öte yandan, söz konusu kaynakların sınırlı mevcut rezerv miktarları, giderek artan enerji talep eğiliminin sürdürülmesi durumunda yakın gelecekte tükenecek olması endişesine yol açmaktadır. Bu durum, özellikle enerjide dışa bağımlı olan ülkemiz dâhil birçok ülke için gelecekte enerji talebinin yeterli düzeyde karşılanamaması gibi ciddi sorunların yaşanmasına neden olabilir. Bu yüzden mevcut kaynaklara alternatif olabilecek yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılabilirliğinin sağlanması, muhtemel sorunların yaşanmaması açısından oldukça önemlidir. Bu kapsamda değerlendirilebilecek alternatif enerji kaynakları arasında, yüksek üretim potansiyeli, zengin tür çeşitliliği ve yenilenebilir olma gibi önemli özelliklerinden dolayı biyokütle ön plana çıkmaktadır. Mevcut biyokütle kaynakları arasında da en ilgi çekici olanları, tarımsal ve endüstriyel atık tabanlı biyokütle kaynaklarıdır.

Endüstriyel tabanlı biyokütle kaynakları arasında zeytinyağı üretim tesisi katı atık yan ürünü olan pirina özellikle ülkemiz açısından yaklaşık 200000 ton/yıl (Başkan, 2010) yüksek üretim potansiyeli ile önemli bir biyokütle kaynağını temsil etmektedir. Zeytinyağı üretim işletmesi atık yan ürünü olan pirina; zeytinin çekirdek, kabuk ve posa kısımlarından oluşmakla birlikte, ortalama olarak 100 kg zeytinden 40-45 kg olarak elde edilebilmektedir (Karaca, Bozoğlu ve Polat, 2000). Ayrıca, elde edilen 100 kg pirina başına da 60-70 kg ve 4000 kcal/kg ısıl içerik değerli yağsız kuru pirina elde edilir (Aydinpirina, 2019). Ülkemizde pirina, yüksek ısıl içerik değerli olmasından dolayı ağırlıklı olarak katı yakıt olarak değerlendirilmektedir. Ancak bu kaynağın teknik açıdan yetersiz koşullar altında doğrudan katı yakıt olarak değerlendirilmesi, hem baca gazı emisyon değerlerinde artışa (Vardar ve İlten, 2003) hem de elde edilecek ısıl enerji miktarının daha düşük düzeylerde gerçekleşmesine neden olmaktadır. Bu arzu edilmeyen hususlar göz önünde bulundurulduğunda, pirinanın doğrudan katı yakıt olarak değerlendirilmesi yerine, uygun çevre dostu teknolojiler ile geniş kullanım yelpazesine sahip, yüksek katma değerli çeşitli ürünlere dönüştürülerek değerlendirilmesi daha rantabl bir seçenek olacaktır. Bu amaç için uygulanabilir öne çıkan çevre dostu biyokütle dönüşüm teknolojileri karbonizasyon, gazlaştırma ve piroliz proseslerinden ibarettir. Ancak, piroliz prosesi diğerlerine göre daha avantajlı bazı yönlere (düşük enerji tüketimi, işletme kolaylığı vb. gibi) sahiptir. Piroliz prosesi; karbon içerikli ve düşük katma değerli çeşitli materyallerin, havasız ortamda zengin kimyasal tür çeşit içerikli sıvı (pirolitik yağ), yüksek karbon içerikli ve gözenekli yapılı katı (charcoal) ve yüksek sentez gazı potansiyelli gaz ürünlere başarılı bir şekilde dönüştürülebildiği bir termokimyasal dönüşüm sürecidir.

Biyokütle piroliz sürecinin hedef ürün (özellikle yüksek verim ve kalitede) odaklı başarısı, her şeyden önce kullanılan biyokütle materyalinin önemli bazı fiziko-kimyasal özelliklerine (nem, kül, uçuculuk, sabit karbon, ısıl değer, parçacık boyutu gibi) ve en uygun süreç koşullarının uygulanmasına bağlıdır. Uygulanan süreç koşulları arasında, elde edilecek ürünün verim ve içerik kalitesi üzerine en fazla etkiye sahip olan süreç parametresi piroliz çalışma sıcaklığıdır. Çünkü biyokütle bünyesinde meydana gelen dönüşüm reaksiyonlarının etkinlik derecesi sıcaklık koşullarından önemli derecede etkilenir.

İki aşamalı olarak planlanan bu çalışmanın ilk aşamasında, İskenderun yöresi zeytinyağı üretim işletmesi katı atık yan ürünü kurutulmuş pirinanın pirolizi üzerine çalışma sıcaklığının piroliz ürün verimleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla 400-600 ^{o}C arasındaki farklı sıcaklıklarda ve 10 ^{o}C/dak sabit ısıtma hızı koşullarında bir dizi piroliz çalışması gerçekleştirilecektir. İkinci aşamada ise; özellikle en yüksek sıvı ürün verimi için belirlenen en uygun sıcaklık koşullarında elde edilen pirolitik sıvının, içerik tür çeşit zenginliğinin belirlenmesi ve ayrıca yakıt katkı hammadde yüklemesi olarak kullanılabilirlik potansiyelinin belirlenmesi amacıyla önemli bazı analitik, kromatoğrafik ve spektroskopik test teknikleriyle karakterize edilmesi planlanmıştır.

Elde edilecek sonuçlar ile de hem pirinaın daha fazla katma değer oluşturacak şekilde değerlendirilebilirlik yönüne dikkat çekmek, hem de bu alandaki literatür açığının kapanması yönünde katkıda bulunulması hedeflenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan biyokütle materyali pirina, 2017 yılında İskenderun yöresinde klasik yöntemle üretim yapan zeytinyağı tesisinden temin edilmiştir. Temin edilen yaş katı atık pirina açık havada iki hafta bekletilerek iyice kurutulduktan sonra çalışmanın ileriki aşamalarında kullanılmak üzere kapaklı kavanozlarda muhafaza edilmiştir.

Pirinanın kaba analizi kapsamında %nem, % kül ve % uçucu madde değerleri ASTM E 870-82 standart test metotları uygulanarak ve % sabit karbon ise farktan hesaplanarak gerçekleştirilmiştir. Hammadde ve sıvı ürün ısıl içerik değerleri (HHV, MJ/kg) korelasyon eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Ayrıca numunelerin CHNSO içerik analizleri İBTAM (İnönü Üniversitesi Bilimsel Teknolojik ve Araştırma Merkezi) ve GC-MS ile FT-IR analizleri ise MARGEM (Mustafa Kemal Üniversitesi Teknoloji ve Araştırma Geliştirme Uygulama Merkezi) laboratuvarlarında yapılmıştır.

Kurutulmuş ve Dp < 2mm partikül boyutlu pirina numunesinin belirli koşullar altında sabit yataklı laboratuvar ölçekli piroliz reaktöründe (Kar, 2018) piroliz işlemine tabi tutulmuştur. Her bir piroliz çalışmasında; belirli miktarda kurutulmuş pirina numunesi reaktöre yüklenir. Yüklenen reaktörün kapağı sıkıca kapatılır ve gerekli sızdırmazlık sağlandıktan sonra yüklü reaktör ile soğutma ünitesi ve sıvı ürün toplama trapları arasında borular yardımıyla bağlantı sağlanır. Son olarak yüklü ve sızdırmaz reaktör içinde inert atmosfer ortamı oluşturmak amacıyla yaklaşık 20 dakika süreyle azot gazı (N_2) beslendikten sonra sistem piroliz işlemi için hazır duruma getirilmiş olur. Hazır hale getirilmiş sistemde reaktör belirli ısıtma hızında hedeflenen piroliz sıcaklık değerine ulaşıncaya kadar ısıtılır. Bu ulaşılan sıcaklıkta yaklaşık 30 dakika süreyle piroliz işlemine devam edilir ve ardından ısıtma kesilerek piroliz işlemi sonlandırılır. Traplarda toplanan pirolitik sıvı ürünün kütlesi tartılarak belirlenir. Ardından, ortam koşullarında soğutulmuş reaktör içeriği tartılarak oluşan katı ürün char'ın kütlesi belirlenir. Son olarak oluşan gaz ürünün kütlesi ise; toplam kütle denkliğinden hesaplanır. Her deneme aynı koşular altında en az üç defa tekrarlanmak suretiyle ürünlere ilişkin ortalama yüzde verim ile standart sapma değerleri hesaplanır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Kurutulmuş pirinanın analiz edilen bazı önemli fiziko-kimyasal özelliklerine ilişkin analiz sonuçları Tablo 1 halinde düzenlenmiştir.

Tablo 1. Kuru pirinanın bazı fiziko-kimyasal özellikleri.

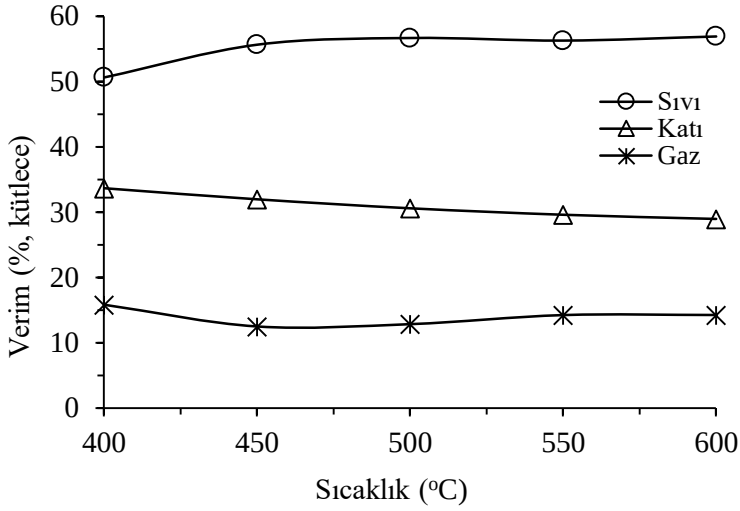
Parametre	Değer	Bileşen	Değer
Nem (%)	7,80	C (%)	51,03
Kül (%)	2,42	H (%)	7,16
Uçuculuk (%)	74,98	N (%)	1,67
Sabit karbon (%)	14,80	S (%)	0,09
HHV[a] (MJ/kg)	22,04	O[b] (%)	40,05

[a]Eşitlikten
[b]Farktan

Bir enerji hammadde kaynağının üst ısıl değeri (HHV), onun yakıt olarak kullanılabilirliği noktasında dikkate alınan önemli özeliklerdendir. Çünkü ısıl içerik değeri, kaynağın kalitesi ve birim ekonomik katkı değeri üzerinde oldukça etkilidir. Bu çerçevede kuru pirinanın üst ısıl değeri (HHV, MJ/kg), elementel ve kül içerik dataları ile çeşitli yakıtlar için öngörülen üst ısıl değer (HHV) korelasyon eşitliği (Channiwala ve Parikh, 2002) kullanılarak 22,04 MJ/kg (~5264,16 kcal/kg) olarak hesaplanmıştır. Bu ısıl değer diğer yakıtların ısıl değerleri ile kıyaslandığında kuru pirinanın, ham petrolden %50 daha düşük fakat bazı biyokütle atıklarından (4897-3372 kcal/kg)(García, de Hoces, García, Palomino, Gálvez, ve

Martín-Lara, 2014) daha yüksek ısıl değere sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca pirinanın % nem, % kül ve % uçucu madde içerik değerlerinin; piroliz işlemi için öngörülen nem<%10, uçuculuk >%65 ve kül<%5 verileri (Quaak, Knoef ve Stassen, 1999) ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Sıcaklığın piroliz ürün verimleri üzerine etkisini incelemek için yaklaşık 53 g kuru pirina numunesi ile 400-600 ^{o}C sıcaklık aralığında farklı sıcaklıklarda 10^{o}C/dak ısıtma hızı ve 30 dak alıkonma zamanlarında piroliz deneyleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen ürünlerin % verim değerleri (kuru külsüz bazda) Şekil 1 olarak düzenlenmiştir.



Şekil 1. Piroliz ürün verimleri üzerine piroliz sıcaklığının etkisi.

Çalışmada 400 ^{o}C sıcaklık şartlarında %50,61 olarak elde edilen sıvı ürün verim değeri, sıcaklık artışıyla artarak 500 ^{o}C da % 56,65 maksimum değerine ulaşmıştır. Bu sıcaklıktan sonra sıcaklık değerlerinde sıvı ürün verim değerlerinde dikkate değer derecede bir değişim gözlemlenmemiştir. 500 ^{o}C'ye kadar olan sıcaklıklarda sıvı ürün verimindeki sürekli artışın, pirina yapısındaki selüloz, hemiselüloz ve lignin bileşenlerin önemli derecedeki termal bozunumdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Başlangıçta %33,63 olan katı ürün (char) verimi, sıcaklıkla charın ikincil bozunumundan kaynaklanan artan gazlaşma derecesi (Horne ve Williams,1996) neticesinde sürekli azalarak 600 ^{o}C için % 28,92 değerine düşmüştür. Son olarak 400 ^{o}C de %15,77 olan gaz ürün verimi 450 ^{o}C sıcaklıkta % 12,45'e düşmüş ve bu noktadan sonraki sıcaklıklarda charın ikincil gazlaşması nedeniyle sürekli artarak 600^{o}C için % 14,20 olarak elde edilmiştir. En yüksek gaz verim değerinin 400^{o}C gerçekleşmesi durumu,

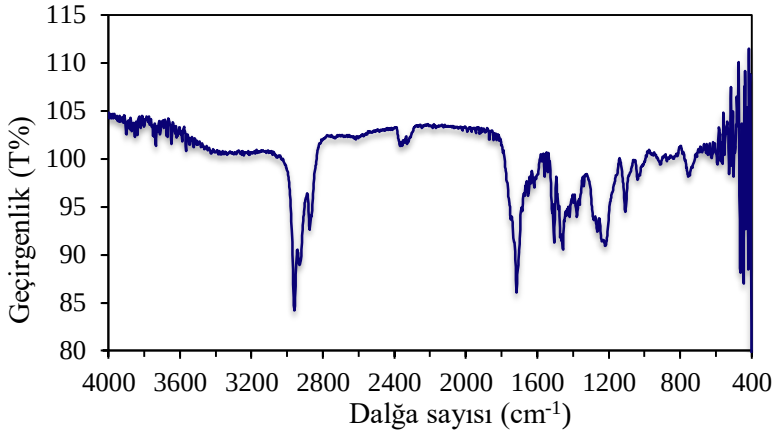
kuru pirinanın yüksek uçucu madde içerikli olmasına atfedilebilir. Çünkü yüksek uçucu madde içeriği yüksek piroliz gaz verimi ile ilişkilidir (García vd., 2014). Netice olarak, söz konusu şartlar altında en yüksek verimli sıvı ürün eldesi için optimal piroliz çalışma sıcaklığının 500°C olduğu belirlenmiştir.

Optimal piroliz şartlarında 500 °C sıcaklık, 10 °C/dak ısıtma hızı ve 30 dak alıkonma zamanı şartlarında elde edilen pirolitik yağ önce asfalten ve malten fraksiyonlarına ayrıştırıldı. Bu işlem için yaklaşık 1 g pirolitik yağ 50 mL *n*-pentan (Şensöz, Demiral ve Gerçel, 2006) içeren kapaklı ve renkli erlenmayer ilave edilir ve karanlık yerde 1 gece bekletildikten sonra çözücü uzaklaştırılır ve geriye kalan malten bakiyesi tartılır. Elde edilen dataların değerlendirilmesi neticesinde optimal pirolitik yağın malten ve asfalten içerik değerleri sırasıyla %71,79 ve %28,21 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca malten fraksiyonunun yakıt ve yakıt katkısı olarak değerlendirilebilirlik potansiyelinin belirlenmesi amacıyla H/C molar oran ve üst ısıl (HHV, MJ/kg) parametre değerleri, malten fraksiyonu elementel içerik (% 61,87 C; % 9,51 H ve % 0,67 N) verileri ve ilgili Dulong formülü eşitliği (Barbanera, Pelosi, Taddei ve Cotana, 2018) ile H/C (molar oran) = 1,832 ; HHV = 29,50 MJ/kg ve alt ısıl değer (LHV, MJ/kg) farklı bir eşitlik (Oasmaa, Leppämäki, Koponen, Levander ve Tapola, 1997) yardımıyla LHV = 27,42 MJ/kg olarak hesaplanmıştır. Sıvı ürün malten fraksiyonunun H/C molar oran değerinin, hafif petrol ürünleri için verilen H/C = 1,5-1,9 (Wang, Pan, Li ve Yang, 2008) değer aralığı ile uyumlu olduğu görülmüştür. Diğer taraftan LHV değeri, yüksek oksijen içerikli olmasından dolayı geleneksel petrol türevi sıvı yakıtların LHV değerlerine (41-43 MJ/kg) (Lu, Li ve Zhu, 2009) kıyasla daha düşük olmuştur.

Pirolitik sıvıda kimyasal bileşik sınıf dağılımının belirlenmesi, sıvının yüksek katma değerli yakıt veya petrokimyasal tabanlı çeşitli ürünlerin üretimi kapsamında hammadde yüklemesi olarak kullanılabilirlik yönünün saptanması bakımından oldukça önemlidir. Bu amaçla sıvı ürün malten fraksiyonu üzerinde FT-IR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi) ve GC-MS (Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi) analizleri gerçekleştirilmiştir.

Numunenin 400-4000 cm^{-1} arasından alınmış FT-IR spektrumu Şekil 1 de verilmiştir. Bu çalışmada elde edilen FT-IR spektrumu; Grioui, Halouani ve Agblevor (2019) tarafından bildirilen fonksiyonel grup bandı, aralık değeri ve bileşik sınıf türü kapsamındaki veri aralıkları ve bildirimler dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirme neticesinde spektrumda 3387 cm^{-1} deki O-H gerilme titreşim bandı alkollerin ve fenollerin varlığına atfedilebilir. Ayrıca 2960,73 cm^{-1}; 2927,94 cm^{-1} ve 2873,94 cm^{-1} merkezli C-H gerilme titreşim bantları ile 1463,97 cm^{-1}; 1419,61 cm^{-1}; 1375,25 cm^{-1} ve 1363,67 cm^{-1} deki C-H deformasyon

titreşimleri alkanları (parafinleri) gösterir. Tespit edilen C = O gerilme titreşim bantları (1751,36 cm^{-1}; 1712,79 cm^{-1} ve 1654,92 cm^{-1}) aldehitler, ketonlar ve karboksilik asitlerin varlığına işaret eder. 1618,28 cm^{-1} merkezli C = C gerilme titreşim bandı, yapıda alkenlerin (olefinlerin) ve aromatiklerin (Pütün, Uzun ve Pütün, 2006) varlığının göstergesidir.



Şekil 1. Pirina pirolitik sıvı malten fraksiyonu FT-IR spektrumu.

Bunlara ilaveten 1276,88 cm^{-1}; 1265,30 cm^{-1}; 1211,97 cm^{-1}; 1215,15 cm^{-1}; 1107,14 cm^{-1} ve 1033,85 cm^{-1} C-O gerilme ve O-H deformasyon bantları ise; birincil, ikincil ve üçüncül alkoller ile fenollerin yapıda bulunması nedeniyledir. Son olarak ürün yapısında çeşitli aromatik bileşiklerin varlığına işaret eden C-H deformasyon titreşimleri 867,97 cm^{-1}; 823,60 cm^{-1}; 815,89 cm^{-1} ve 744,52 cm^{-1} de görülmüştür. Diğer taraftan yapıdaki fonksiyonel grupların varlığının desteklenmesi amacıyla yapılan GC-MS analiz sonuçları Tablo 2 olarak düzenlenmiştir. Söz konusu tabloda sadece kalitesi % 90 ve üzeri (Quality ≥ 90) olan bileşiklere yer verilmiştir. GC-MS analiz sonuçları karbon sayısı bakımından değerlendirildiğinde pirolitik maltenin, C_4-C_{19} arası karbon sayılı yüksek katma değerli kimyasal bileşik tür çeşitliliği bakımından zengin içerikli olduğu görülmüştür. Sıvı malten fraksiyonda; *n*-Heptane (3,30%), Butanoic acid (%3,34), 2-Methoxyphenol (%13,32), 2-Methoxy-4-methylphenol (%4,36), 2,6-Dimethoxyphenol (%9,70), phenol (%1,77), 4-Ethyl-2-methoxyphenol (%2,23), 2-Furanmethanol (%1,77), 3-Methyl-2-cyclopenten-1-one (%1,81) ve 2-Hydroxy-3-methyl-2-cyclopenten-1-one (%2,35) yüksek derişimli (% alan) bileşikler olarak belirlenmiştir. Bu bileşikler dikkate alındığında elde edilen pirolitik sıvının fenol ve türevleri bakımından zengin içerikli olduğu söylenebilir. Bu özelliğinden dolayı sıvı ürünün, çeşitli endüstriyel uygulamaları olan fenol formaldehit reçinesi gibi daha birçok fenolik reçinenin üretiminde yer alan petrol kökenli

fenollerin yerine kullanılabilme noktasında güçlü bir potansiyele (Kim, 2015) sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca GC-MS analiz sonuçları ile FT-IR analiz sonuçlarının uyum içinde olduğu görülmüştür.

Tablo 2. Pirina pirolitik sıvı malten fraksiyonu GC-MS analiz sonuçları.

Bileşik	Formül	RT (dak.)	PA (%)
n-Heptane	C_7H_{16}	4,67	3,30
2-Methoxytetrahydrofuran	$C_5H_{10}O_2$	7,93	0,42
Pyridine	C_5H_5N	12,11	0,14
Pyridine, 2-ethyl-	C_7H_9N	14,96	0,14
Pyridine, 4-methyl-	C_6H_7N	15,41	0,54
Pyrazine, ethyl-	$C_6H_8N_2$	16,43	0,32
2-Cyclopenten-1-one, 2-methyl-	C_6H_8O	17,58	1,37
Pyridine, 3-ethyl-	C_7H_9N	17,88	1,46
2-Cyclopenten-1-one, 2,3-dimethyl-	$C_7H_{10}O$	19,75	0,38
Pyridine, 3-ethenyl-	C_7H_7N	20,51	0,64
2-Cyclopenten-1-one, 3-methyl-	C_6H_8O	21,78	1,81
2-Cyclopenten-1-one, 2,3-dimethyl-	$C_7H_{10}O$	22,26	1,07
Pentanoic acid, 4-oxo-, methyl ester	$C_6H_{10}O_3$	22,82	0,33
4-Aminostyrene	C_8H_9N	23,78	0,42
Butanoic acid	$C_4H_8O_2$	24,19	3,34
2-Furanmethanol	$C_5H_6O_2$	25,14	1,77
2-Hydroxy-3,5-dimethylcyclopent-2-en-1-one	$C_7H_{10}O_2$	29,62	0,51
2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl-	$C_6H_8O_2$	31,19	2,35
Phenol, 2-methoxy-	$C_7H_8O_2$	32,76	13,12
2-Cyclopenten-1-one, 3-ethyl-2-hydroxy-	$C_7H_{10}O_2$	34,10	1,30
Creosol	$C_8H_{10}O_2$	36,30	4,36
2-Hydroxy-3-propyl-2-cyclopenten-1-one	$C_8H_{12}O_2$	36,67	0,13
Phenol, 2-methyl-	C_7H_8O	37,54	0,93
Phenol	C_6H_6O	37,67	1,77
1H-Inden-1-one, 2,3-dihydro-	C_9H_8O	38,04	0,18
Phenol, 4-ethyl-2-methoxy-	$C_9H_{12}O_2$	38,19	2,23
Phenol, 2-ethyl-	$C_8H_{10}O$	39,04	0,16
Phenol, 2,4-dimethyl-	$C_8H_{10}O$	39,19	0,60
Phenol, 3-methyl-	C_7H_8O	39,34	0,89
Phenol, 4-methyl-	C_7H_8O	39,51	1,18
Phenol, 2-methoxy-4-propyl-	$C_{10}H_{14}O_2$	39,88	0,38
Phenol, 2,3-dimethyl-	$C_8H_{10}O$	40,71	0,24
Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-	$C_{10}H_{12}O_2$	41,14	0,33
Phenol, 3-ethyl-	$C_8H_{10}O$	41,29	0,94
Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester	$C_{17}H_{34}O_2$	41,82	0,53
Phenol, 2,4-dimethyl-	$C_8H_{10}O$	42,36	0,24

Phenol, 2-methoxy-5-(1-propenyl)-, (E)-	$C_{10}H_{12}O_2$	43,15	0,22
Phenol, 2,6-dimethoxy-	$C_8H_{10}O_3$	43,34	9,70
9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester	$C_{19}H_{36}O_2$	47,70	0,45
Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propenyl)-	$C_{11}H_{14}O_3$	51,42	0,26

RT: Alıkonma zamanı
PA: Pik alanı

SONUÇLAR

Yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlara göre pirinanın pirolizinden elde edilen sıvı ürünün, karbon sayı aralığı açısından geleneksel petrol kökenli sıvı yakıtları ile büyük oranda uyumlu olduğu ancak yüksek oksijen içeriği nedeniyle daha düşük ısıl değerli olduğu görülmüştür. Sıvının düşük ısıl değer içeriği, deoksijenasyon vb. gibi gerekli iyileştirme işlemlerine tabi tutulması neticesinde yükseltilebilir ve neticede de yakıt ve yakıt katkısı olarak kullanılabilirlik potansiyeli bakımından daha uygun bir yapıya kavuşturulmuş olur. Diğer taraftan GC-MS ve FT-IR analiz sonuçlarına göre sıvı ürünün katma değerli çeşitli kimyasal grup bileşikleri açısından (özellikle fenol ve türevleri) zengin içerikli olması, sıvı ürünün çeşitli petrokimyasalların üretiminde biorafineriler için alternatif hammadde yüklemesi olarak değerlendirilebilirlik yönünü ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, bu önemli biyokütle materyalinin doğrudan ısıl enerji elde etmek amacıyla yakma şeklinde kullanılması yerine, hem çevre kirliliğinin önlenmesi hem de daha fazla ekonomik katma değer oluşturulması bakımından piroliz teknolojisiyle değerlendirilmesi oldukça önemli olacaktır.

KAYNAKLAR

Aydinpirina, (2019). Pirina nasıl elde edilir? Erişim adresi: https://aydinprina.com/prina-nedir/ Erişim tarihi: 5.11.2019.

Barbanera, M., Pelosi, C., Taddei, A. R., & Cotana, F. (2018). Optimization of bio-oil production from solid digestate by microwave-assisted liquefaction. *Energy conversion and management*, *171*, 1263-1272.

Başkan, A. E. (2010). Zeytinyağı işletmelerinin atıkları ve değerlendirme yolları. *TC Güney Ege Kalkınma Ajansı: Denizli*.

Channiwala, S. A., & Parikh, P. P. (2002). A unified correlation for estimating HHV of solid, liquid and gaseous fuels. *Fuel*, *81*(8), 1051-1063.

García, G. B., de Hoces, M. C., García, C. M., Palomino, M. T. C., Gálvez, A. R., & Martín-Lara, M. Á. (2014). Characterization and modeling of

pyrolysis of the two-phase olive mill solid waste. *Fuel processing technology*, *126*, 104-111.

Grioui, N., Halouani, K., & Agblevor, F. A. (2019). Assessment of upgrading ability and limitations of slow co-pyrolysis: Case of olive mill wastewater sludge/waste tires slow co-pyrolysis. *Waste Management*, *92*, 75-88.

Horne, P. A., & Williams, P. T. (1996). Influence of temperature on the products from the flash pyrolysis of biomass. *Fuel*, *75*(9), 1051-1059.

Kar, Y. (2018). Pyrolysis of waste pomegranate peels for bio-oil production. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, *40*(23), 2812-2821.

Karaca, C., Bozoğlu, B., & Polat, O. (2015). Mapping of waste quantity and energy potential of olive oil cake in Hatay Province. *Ziraat Fakültesi Dergisi, Uludağ Üniversitesi*, *29*(2), 55-60.

Kim, J. S. (2015). Production, separation and applications of phenolic-rich bio-oil–a review. *Bioresource technology*, *178*, 90-98.

Lu, Q., Li, W. Z., & Zhu, X. F. (2009). Overview of fuel properties of biomass fast pyrolysis oils. *Energy Conversion and Management*, *50*(5), 1376-1383.

Oasmaa, A., Leppämäki, E., Koponen, P., Levander, J., & Tapola, E. (1997). Physical characterisation of biomass-based pyrolysis liquids: application of standard fuel oil analyses. *VTT PUBLICATIONS*.

Pütün, E., Uzun, B. B., & Pütün, A. E. (2006). Fixed-bed catalytic pyrolysis of cotton-seed cake: effects of pyrolysis temperature, natural zeolite content and sweeping gas flow rate. *Bioresource Technology*, *97*(5), 701-710.

Quaak, P., Knoef, H., & Stassen, H. (1999). *Energy from biomass: a review of combustion and gasification technologies*. The World Bank.

Şensöz, S., Demiral, İ., & Gerçel, H. F. (2006). Olive bagasse (Olea europea L.) pyrolysis. *Bioresource technology*, *97*(3), 429-436.

Vardar, N., İlten, N. (2003). Pirina yakılması neticesinde baca gazı emisyonları ve sonuçlarının değerlendirilmesi. *Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü VI. Ulusal Sempozyumu*, s.383-390, 10-12 Eylül, İzmir.

Wang, C., Pan, J., Li, J., & Yang, Z. (2008). Comparative studies of products produced from four different biomass samples via deoxy-liquefaction. *Bioresource technology*, *99*(8), 2778-2786.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

A REVIEW OF PALEOZOIC - MIOCENE PETROLEUM SOURCE ROCKS OF TURKEY BY PALEOGEOGRAPHIC AND PALEOTECTONIC DATA: NEW INTERPRETATIONS AND MAJOR OUTCOMES

Adil Ozdemir[1] & Yildiray Palabiyik[2]

[1]Adil Ozdemir Consulting, Ankara, Turkey
adilozdemir2000@yahoo.com
[2]Istanbul Technical University, Department of Petroleum and Natural Gas Engineering, Istanbul, Turkey
palabiyiky@itu.edu.tr

Abstract: Alpine Mobile Belt (Tethyan Region) is a huge oil and gas belt in which Turkey is located. Type-II kerogen-containing high-yield source rocks formed prosperous oil and gas reserves in the Tethyan Region, a marine route between the Gondwana and the northern continental groups (Boreal) during the Silurian-Holocene period. The source rock deposition in the region was continuously being supported by the successive opening and closing of Paleotethys and Neotethys. Turkey contains foreland and intermontane basins, and thrust-fold belts (traps) which are originally connected with the Tethyan tectonics. According to the paleogeographic and the paleotectonic data in this study, there are widespread carbonate rocks (source and reservoir rocks) and evaporites (seals) as well as clastic rocks (source rocks) in Turkey. The presented paleogeographic and paleotectonic data and their interpretations show that Turkey has prosperous petroleum source rocks that were formed in the Paleozoic-Miocene interval. Ordovician-Silurian, Devonian-Carboniferous, Permian-Triassic, Jurassic-Cretaceous, Paleocene, and Oligocene-Miocene are the important geological periods in terms of source rock occurrence.

Keywords: source rock, paleogeography, paleotectonics, oil and gas potential of Turkey, geological evolution of Turkey, oil and gas exploration

1. INTRODUCTION

Alpine Mobile Belt (Tethyan Region) is a profound oil and gas belt where Turkey is located (Fig. 1). Tethyan region covers from the coast of the Gulf of Mexico and South America to Southeastern China and the South China Sea. The Sirte Basin in North Africa, the Gulf Coast of North America, the Gulf of Mexico, the Maracaibo Basin of Venezuela, the Magdalena Basin of Eastern Venezuela, and the coastal of Iranian-Zagros basin in the Middle East are the major petroleum basins which are associated with Cretaceous source rocks in this region (Ruofei et al., 2014). Type-II kerogen-containing high-yield source rocks formed productive oil and gas reserves in the Tethyan Region, a marine route between the Gondwana and the northern continental groups (Boreal) during the

Silurian-Holocene period. The source rock deposition in the region was continuously being supported by the successive opening and closing of Paleotethys and Neotethys. The region contains foreland and intermontane basins, and thrust-fold belts which are originally connected with Tethyan tectonics. There are widespread carbonate rocks and evaporites as well as clastic rocks in the region. Besides, it has provided the development of rift/graben structures suitable for the formation of sill-containing basins. Tethyan basins cover less than one-fifth of the lands and continental shelves of the world, while they include more than two-thirds of the oil reserves of the world (Klemme and Ulmishek, 1991).

More than 90% of the known oil and gas reserves in the world has been generated by source rocks formed in 6 geological times (Fig. 2) (Klemme and Ulmishek, 1991) as follows:

- Silurian (9% of the known hydrocarbon reserves),
- Upper Devonian - Lower Carboniferous (Tournaisian) (8% of the known hydrocarbon reserves),
- Upper Carboniferous - Lower Permian (8% of the known hydrocarbon reserves),
- Upper Jurassic (25% of the known hydrocarbon reserves),
- Middle Cretaceous (29% of the known hydrocarbon reserves),
- Oligocene-Miocene (12.5% of the known hydrocarbon reserves).

2. PALEOGEOGRAPHIC AND PALEOTECTONIC EVOLUTION OF TURKEY

Tethys ocean is an old ocean that extended in a west-east direction between Gondwana (African Plate + Arabian Platform) and Laurasia (Eurasia Plate) in Paleozoic - Lower Tertiary periods.

Eurasian active margin and Arabian passive margin have played significant roles in the geological evolution of the Tethys region of Western and Southern Asia (Zürcher et al., 2015). Turkey's orogeny establishes a connection between the Mediterranean and Asian Tethys systems. The orogenic mountain belts in Anatolia have emerged as a result of cyclic collisions. These collisions have caused the association of the parts of present-day older continents of the two old continents called Laurasia and Gondwana (Fig. 3) (Okay, 2008). Since Early Permian, continental parts have started to sequentially separate from the Gondwana in the south, had been drifted northward across the Tethys Ocean, and were merged with Laurasia in the north during the Late Mesozoic and Cenozoic. Although noteworthy advances have been made for the understanding of the complex tectonic framework of the region many elements of the geodynamic evolution of the Tethys region of Western and Southern Asia remain the point at issue (Figs. 4 and 5) (Zürcher et al., 2015). The

scientific studies conducted by various researchers regarding this subject can be listed as follows:

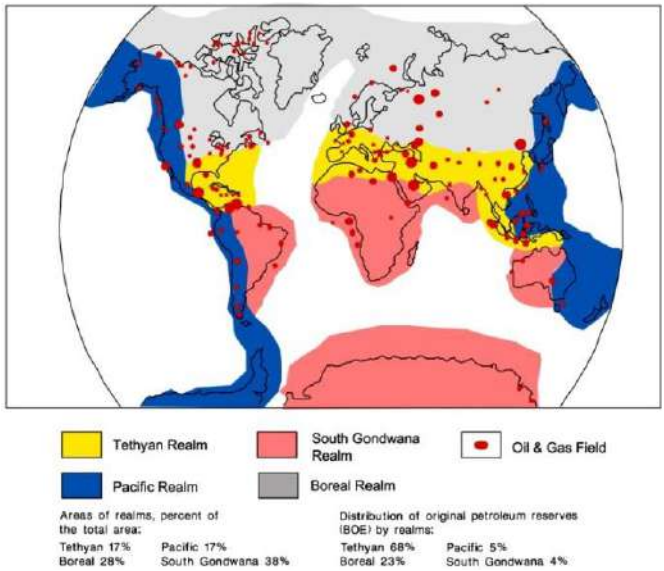


Fig. 1. Classification of oil and gas regions of the world (Yang et al., 2014; Klemme and Ulmishek, 1991)

- Early Paleozoic evolution of Anatolian Microcontinent by Tolluoglu and Sumer (1995),
- Pre-Paleozoic-Present-paleogeographic, paleoenvironmental, and general lithofacies properties of Turkey by Brikman (1976),
- Paleogeographic and paleotectonic evolutions of Cambrian - Triassic periods by Ruban et al. (2007),
- Paleogeographic and paleotectonic evolution of Triassic - Quaternary periods by Zürcher et al. (2015),
- Paleogeographic, paleoenvironmental, and general lithofacies characteristics of Triassic - Quaternary periods by Golonka (2004),
- Paleogeographic and paleotectonic evolution of Upper Permian - Eocene periods by Moix et al. (2008),
- Paleogeographic and paleotectonic evolution of Middle Eocene - Quaternary in periods by Meulenkamp and Sissingh (2003),
- Paleogeography of Southeastern Anatolia basin by Perinçek et al. (1992) and Utmanoğulları (2012),
- Phanerozoic paleotectonics by Sengor et al. (2019).

The current Eurasian continental margin of Turkey is composed of Istanbul (West Pontide), East Pontide, and Sakarya terranes similar to Eurasia (Fig.

3). These terranes similar to Eurasia merged with Eurasia in the Paleozoic period. They separated from Eurasia in the Upper Carboniferous - Middle Triassic and again collided with the Cimmerian orogeny in Upper Triassic - Early Jurassic. As a result of the collision of Sakarya terrane, in the west of the region, the collision of Gondwana-derived terranes ended the Cimmerian orogeny. Paleotethys ocean was closed in Middle Jurassic by these collisions. In the Permian - Middle Jurassic, the opening of Neotethys Ocean in the south occurred simultaneously with the depletion of Paleotethys ocean in the north. In Upper Permian, Neotethys ocean started to open as a result of the separation of microcontinents from Gondwana with rifting (Fig. 5). These Gondwana-derived terranes are known as Cimmerian, from the west to the east: (1) Anatolid - Tauride (Menderes, Central Anatolian Crystalline Complex, South Armenian Block and Bitlis-Pötürge terranes); (2) Sanandaj - Sirjan terrane. While these continents were in motion, the southern branch of Neotethys in the southern part of the Cimmerian continent and the northern branch of Neotethys in the northern part of that continent formed. The Izmir - Ankara - Erzincan suture indicates the former position of the northern branch of the Neotethys Ocean and the Bitlis - Zagros suture indicates its southern branch. Sakarya terrane is a part of Eurasia. Istanbul and Sakarya terranes have merged along Intra-Pontid suture in northwestern Turkey. They indicate the former position of Paleotethys. Paleotethys ocean was closed in Middle-Upper Jurassic in this region. Following Cimmerian collision events in Upper Triassic - Lower Jurassic, northward sloping subduction zones developed in the northern branch of Neotethys ocean along the new Eurasian continent formed by the merging mechanism of Pontides and Sakarya terranes. As a result of this compressional event, a calc-alkaline continental arc and widespread calc-alkaline/alkaline back-arc rift basins were formed in the north of these areas. These back-arc basins were formed along Paleotethys suture. Turkey contains many Alpine and pre-Alpine tectonic units.

In the Miocene, the North Anatolian Fault, East Anatolian Fault, and Anatolian microplate and deformation structures associated with the collision and post-collision intracontinental tectonic escape of African and Anatolian plates were formed. Today, a series of active, continental right- and left lateral strike-slip faults and their associated pull-apart basins are dominant (Fig. 5) (Zürcher et al., 2015).

3. PETROLEUM SOURCE ROCKS OF TURKEY ACCORDING TO PALEOGEOGRAPHIC AND PALEOTECTONIC DATA

Microcontinents of the Tethyan region forming the present-day land area of Turkey, which were located along Gondwana and Laurasia active continental margins, were periodically in a long and wide shelf position in

Paleozoic and Mesozoic periods (Fig. 8). These microcontinents have been a part of sediment deposition areas where periodic sea-level changes, which have impacted those shelves, have occurred. In these areas, increased sediment deposition and the shallow marine microorganisms rapidly evolved and diversified and thus, were also enriched in organic marine sediments required for the oil generation and then, were combined with each other. Three oceanic basins were formed called Prototethys (Infracambrian-Carboniferous),

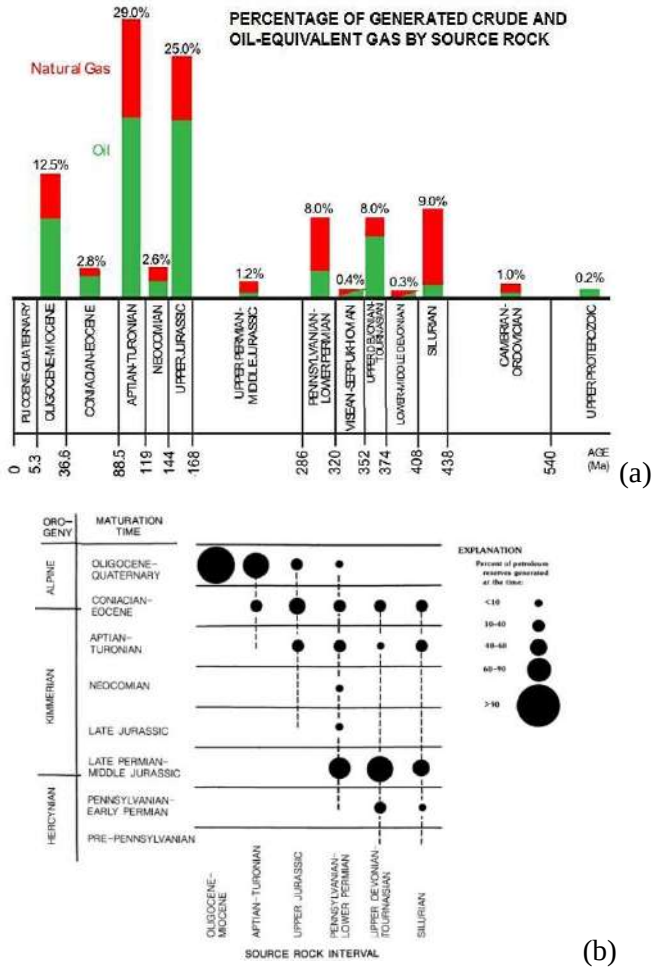


Fig. 2. a) The stratigraphic distribution of effective source rocks which generated oil and gas in the world, and the total hydrocarbon generation percentages of these rocks. b) Ages and maturation times of effective source rocks which generated oil and gas in the world (Ulmishek and Klemme, 1990; Klemme and Ulmishek, 1991).

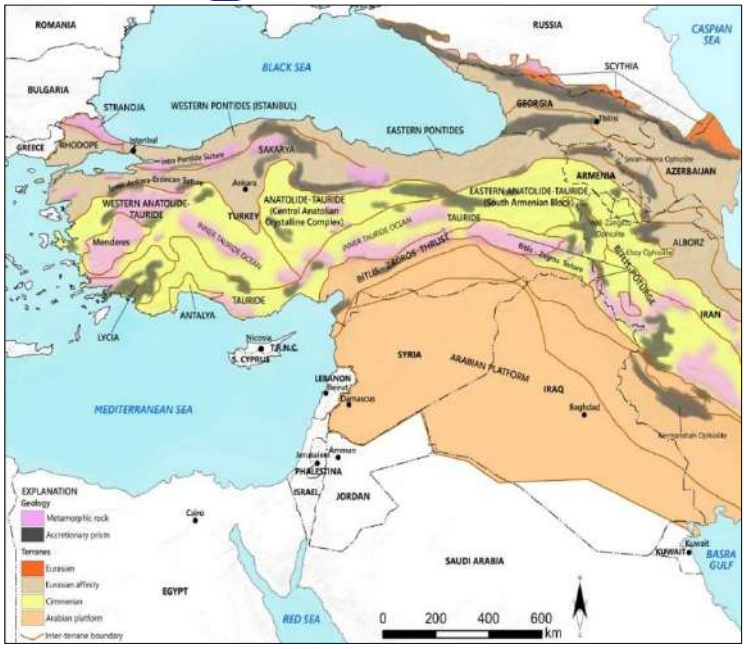


Fig. 3. Tectonostratigraphic divisions of Turkey (from Zürcher et al., 2015)

Paleotethys (Ordovician-Jurassic), and Neotethys (Permian-Paleocene) in different geological periods in the Tethys region. Extensional tectonics forming a continental rift caused the opening of each Tethys ocean. It is accepted that these rift basins developed in various geological times are depositional areas of petroleum source rocks in the Tethys region. This tectonic sedimentation system was influential on the generation and accumulation of oils to be specific to the Tethys region (Sorkhabi, 2010). Organic-rich source rocks deposited on a passive continental-shelf margin spanning Paleozoic and Mesozoic times in relatively stable conditions, which took advantage of sea-level rises, anoxic (reducing) environments, and nutrient-rich upwelling sites off the coasts. Moreover, these marine shales and marls contain oil-prone kerogen types I (protein/lipid-rich algal organic matter) and II (lipid-rich but with lower hydrogen-to-carbon ratios) (Ulmishek and Klemme, 1990; Klemme and Ulmishek, 1991; Sorkhabi, 2010). Petroleum source rocks and their paleogeography and paleotectonic formation conditions in the earth (onshore and offshore areas also including Turkey)have been investigated by Klemme and Ulmishek (1991) and Ulmishek and Klemme (1990) whereas the Middle East source rocks and their formation conditions (also including southern Turkey) have been studied in detail by Kendal et al. (2014). Derman (2014) and Alsharh and

Nairn (2003) has examined the source rocks and other characteristics of the oil-producing basins known in Turkey.

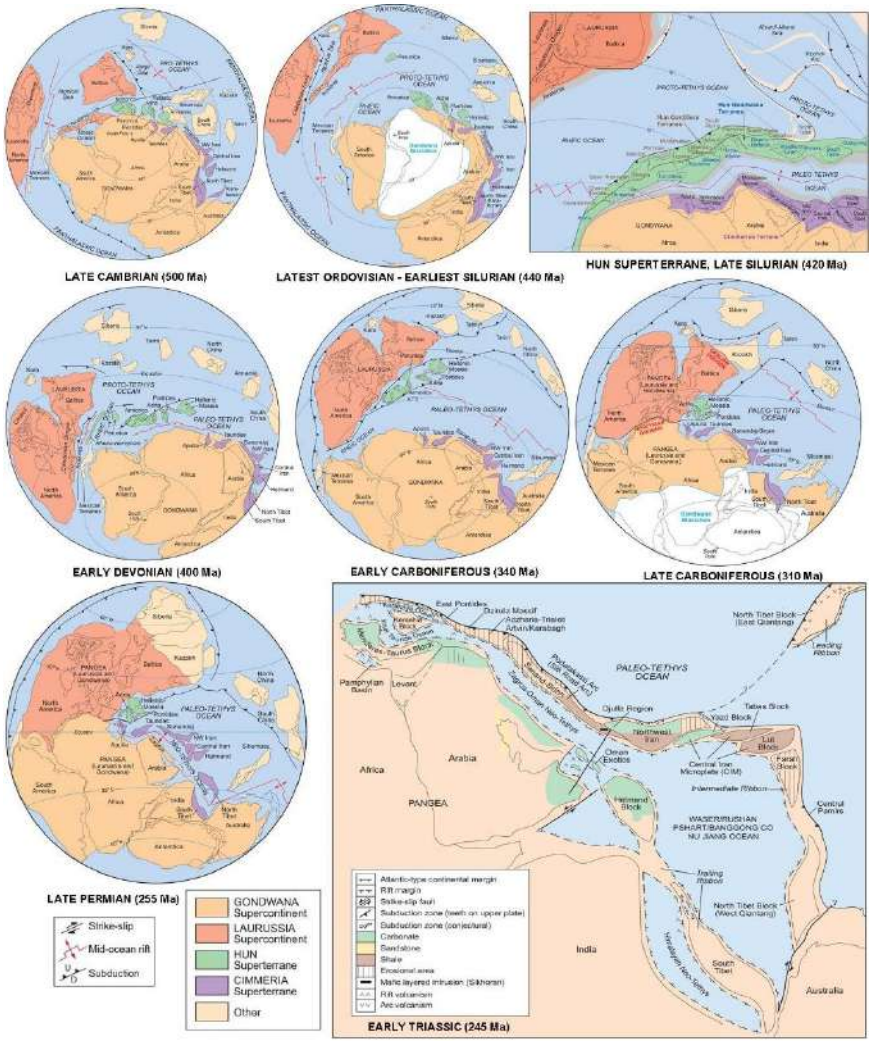


Fig. 4. Cambrian - Triassic (500-245 Ma) geologic evolution of Turkey (Rubin et al., 2007)

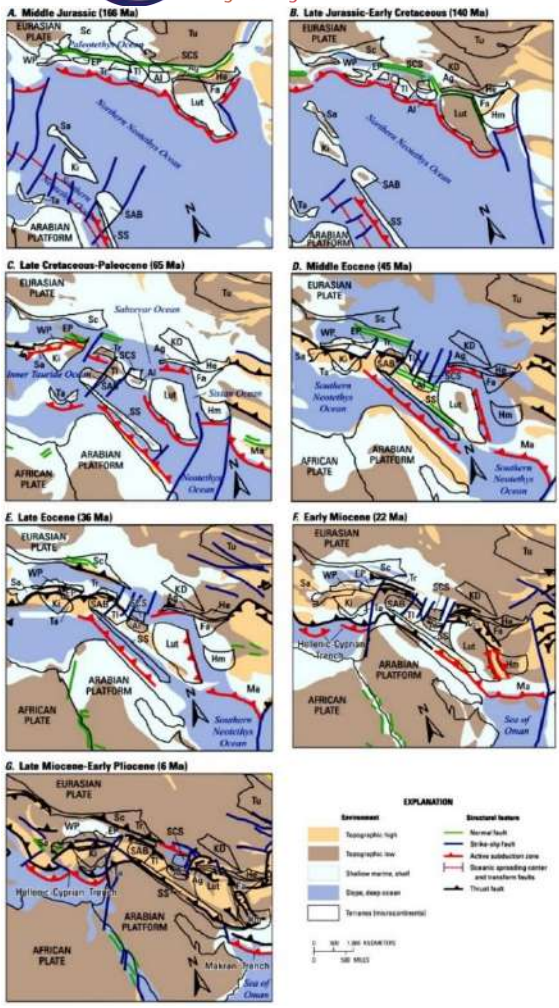


Fig. 5. Paleotectonic reconstructions (A-G) of the Tethys region of Western and Southern Asia (Zürcher et al., 2015). Terranes: Ag—Southern Kopet Dagh (Aghdarband), Al—Alborz, EP—Eastern Pontides (eastern Sakarya), Fa Farah, He—Herat, Hm—HelmandArghandab, KD—Kopet Dagh, Ki—Central Anatolian Crystalline Complex (Kirsehir), Lut—East-Central Iranian (Lut, Tabas, KashmarKerman, Yazd), Ma—Makran, SAB—Eastern Anatolide-Tauride (South Armenian Block), Sa—Sakarya (western Sakarya), Sc—Scythia, SCS—South Caspian Sea, SS—Sanandaj-Sirjan, Ta—Taurus (includes Bitlis-Pötürge), Tl Talysh, Tr—Transcaucasus, Tu—Turan, and WP—Western Pontides (Istanbul, Strandja). Ma, million years before present

3.1. Ordovician - Silurian Source Rocks

Organic-rich graptolitic shales are characteristic source rocks of the Silurian petroleum system. The organic matter in these shales is mainly composed of type II kerogen generated from planktonic fauna. Most of the hydrocarbons produced (85%) from Silurian source rocks are natural gas due to the deep burial and excessive maturation of source rocks (Ulmishek and Klemme, 1990). One of the prosperous levels for petroleum occurrence in Turkey is Puscutepe shales containing extraordinary amount of organic-rich sediments similar to those in the Middle East (the equivalent of shale named as the Silurian "hot" shale Qusaiba Shale and located in Saudi Arabia) and in Northern Africa (the equivalent of the bottom shale of Akkas formation in Iraq, the bottom of Tanf formation in Syria and Batra formation in Jordan). Puşçutepe shale which has been deposited in a low-energy environment near the shore consists of black, blackish gray, and ash-colored, highly bituminous, and laminated shale levels. Its silica content of the bottom levels is high and it is foliated very well. Lead gray, ash-colored siliceous shale levels over his black carbon-rich gray, laminated baculiform fractured shales, and above this, greenish-gray silty shale levels are available (Yilmaz, 2004). According to the graptolitic fossil content, the age of the unit is Lower Silurian (Llandovery) (Monod et al., 2003). The thickness of the unit represented by an abundant amount of graptolite fossiliferous shale (bituminous shale) is about 100 m (Ozgul and Kozlu, 2002). The unit is followed by the same lithologies in Sarız, Tufanbeyli, Feke, Develi (Metin, 1984; Ozgul et al., 1973) and Kozan (Ayhan, 1988). Besides, in Silifke, Amanos, and Anamur regions in Middle Taurus (Onalan, 1986; Demirtasli, 1967) in Southeastern Anatolia (Dean and Monod, 1990) the units have outcropped as the equivalent of Puscutepe shale (Figs. 6 and 7). Proven Ordovician-Silurian source rocks in the Southeastern Anatolia basin are Bedinan, Dadaş (Handof), and Dadaş formations.

The Upper Ordovician - Lower Silurian glaciation sequences (hot shales) located in Southern Turkey (Taurus and Boundary folds), which are equivalent shales in the Middle East and North Africa, and graptolitic shales have been recommended as an important petroleum source rocks by Luning et al. (2000). Lower Silurian shales defined as organic-rich 'hot' shale are the source of 80-90% of Paleozoic origin hydrocarbons in North Africa. Both Paleozoic and Triassic reservoirs contain hydrocarbons generated from these source rocks. These shales are the most important source of the hydrocarbons in the Sahara Desert. Besides, the Silurian shales are one of the important source rocks of the Arabian Peninsula and have been discovered in the last two decades. Moreover, there is a similar source rock level in the Amazon (USA) and inland basins of the Russian platform (Luning et al., 2000). 9% of hydrocarbon reserves of the world

are generated from these organic-rich Silurian shales (Fig. 2) (Klemme and Ulmishek, 1991). Kendal et al. (2014) and Klemme and Ulmishek (1990, 1991) have investigated the paleogeographic, paleotectonic, lithofacies, and structural properties of Ordovician - Silurian petroleum source rocks of Turkey (Figs. 8 and 9).

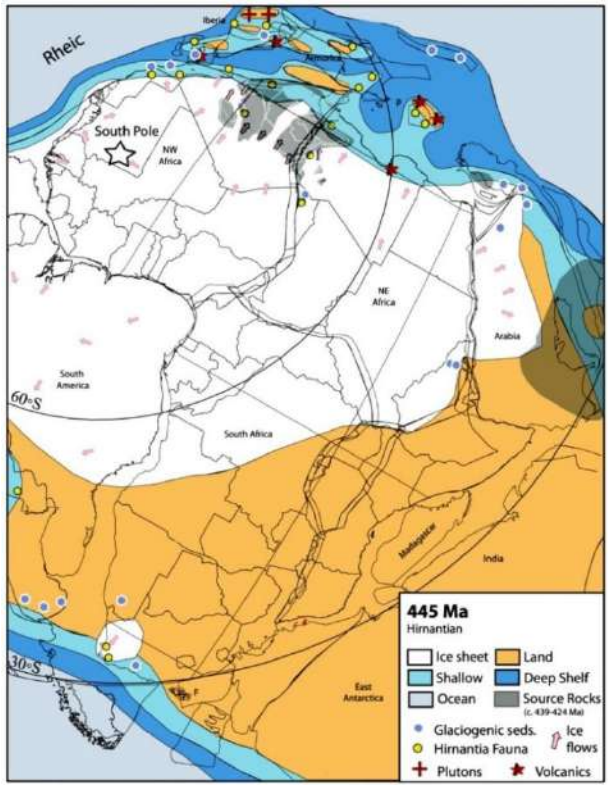


Fig. 6. Paleogeography of Ordovician-Silurian boundary (445 Ma) of Middle Gondwana region, the Hirnantian glaciation, and Lower Silurian source rocks in North Africa and Arabia (Torsvik and Cocks, 2011)

3.2. Devonian - Carboniferous Source Rocks

Upper Devonian - Lower Carboniferous (Tournassian) source rocks contain predominantly Type II kerogen, organic-rich siliceous shales, marls, and carbonates. The source rocks of this period have generally black shale facies. They have been commonly deposited in the transitional environment, mostly on platforms and cratonic circular sags (Ulmishek and Klemme, 1990). Ora and Köprülü formations in Turkey and Iraq are Upper Devonian - Lower Carboniferous (Tournasian) proven source rocks (Figs. 10 and 11). Another proven source rock is the Mississippian

transitional shales on the western margin of Gondwanaland (Marar Formation of Libya). Shales of Egypt (Dhiffah formation) and Oman (Misfar Formation) are considered as other similar shales. Sawanet (Syria) has carbonate source rocks (Kendal et al., 2014). Upper Devonian-Lower Carboniferous Ora Formation (Iraq) contains organic-rich shales and marls (Alsharhan and Nairn, 2003). The typical location of Köprülü formation is Köprülü (Geyman) village, 11 km northwest of Çukurca (Hakkari). The unit is located around Middle Ammanos Mountains (Hatay), Beytuşşebap (Şırnak), and Çukurca (Hakkari). The unit which has been deposited in shallow marine-lagoon environments consists of sandstone banded shales whose age is Upper Devonian-Lower Carboniferous (Yılmaz and Duran, 1997). The general stratigraphy of Devonian-Carboniferous units has been studied by Gourvennec and Hoşgör (2012).

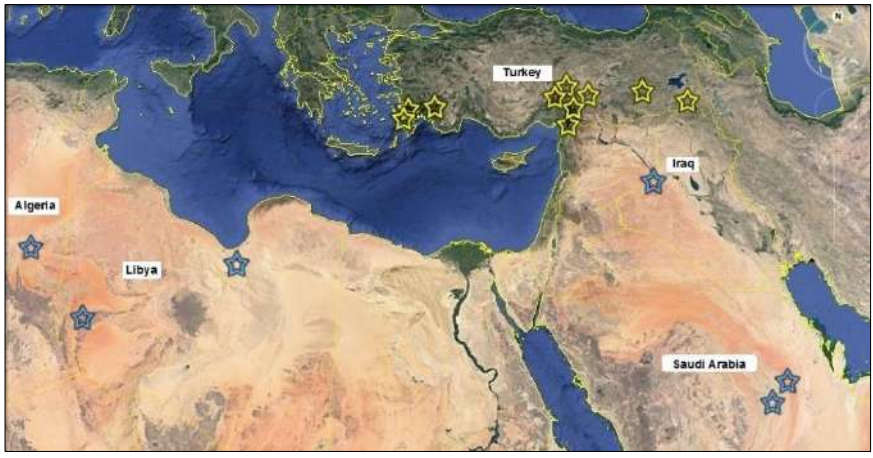


Fig. 7. Super-giant oil and gas fields in North Africa and Arabia containing hydrocarbons generated from source rocks associated with Hirnantian glaciation in the Ordovician-Silurian boundary (445 Ma) of the Central Gondwana area (> 1 billion barrels of oil or oil equivalent) (blue stars, Saudi Arabia Abu Jifan oilfield and Dilam gas field; Akkas gas field of Iraq; Hateib and Elephant oilfield of Libya; Tun Fou to-Tabankort gas field of Algeria) and Ordovician-Silurian source rocks in Turkey (yellow stars) (Data: Demirtaşlı, 1967; Specific et al., 1973; Brik that , 1976; Metin, 1984; Önalan, 1986; Ayhan, 1988; Dean and Monod, 1990; Luning et al., 2000; Monod et al., 2003; Yılmaz, 2004; Torsvik and Cocks, 2011; Kendal et al. 2014).

Alkhafaji (2017) has stated that the Ziyarettepe formation represented by Lower Carboniferous sandstone and clayey limestones in the Eastern

Taurus and containing organic-rich black shales is the equivalent of the Ora formation. Ay (2015) has determined that the formation has a high level of source rock potential with the help of organic geochemical and petrographical analyses conducted on the samples of bituminous shale levels in Ziyarettepe formation. It is seen that Ora formation, which is the equivalent of the Ziyarettepe formation, has similar organic geochemical properties in the Akkaş field which is a giant gasfield (Jassim and Al-Gailani, 2006). In Turkey, almost completely non-metamorphic sedimentary units of Devonian are represented by a thickness of more than 1000 meters. These are thick Paleozoic sedimentary sequences of Pontides, Taurides, and Arabian plate. The tectonic structure and paleogeographic origins of these units are different. The Arabian plate and Devonian sequence of Taurus are represented by facies from the tidal environment to the deep shelf. The İstanbul and Çamdağ-Zonguldak regions in Pontides show sequences of a shallow shelf from a basin and the characteristics of a stable shelf facies. It is obvious that the Devonian units of the Arabian plate and the Taurus Mountains belong to the Gondwana. The Devonian units of Pontides have been suggested as a Peri-Gondwana (Avalonian) area in terms of paleogeographic location (Yalçın and Yılmaz, 2010).

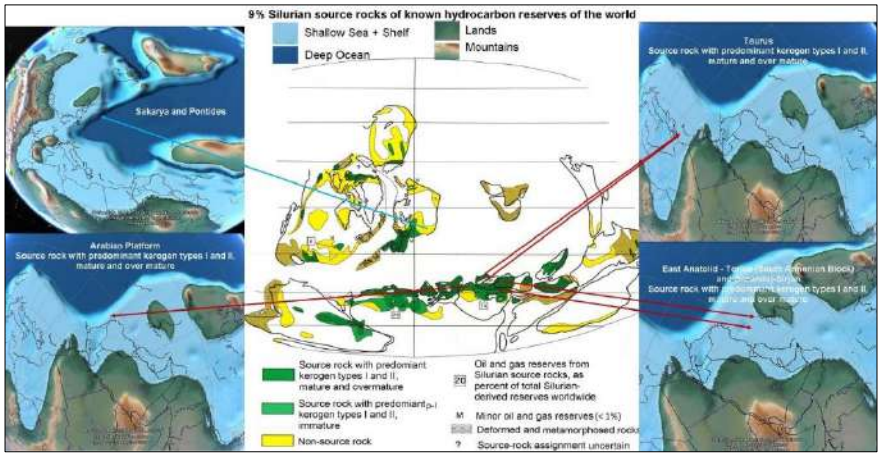


Fig. 8. Silurian source rocks of Turkey (map of source rock: Ulmishek and Klemme, 1990; paleogeographic maps: from Scotese, 2001). The nomenclature of microcontinents: from Zürcher et al. (2015)

3.3. Carboniferous - Permian Source Rocks

Upper Carboniferous - Lower Permian source rocks have a significantly different character and distribution than other Paleozoic source rocks. Sedimentary rocks containing type III kerogen (terrestrial) and especially

coals are important sources of hydrocarbon that emerged during this period for the first time (Fig. 12). These accumulations are more than half of the Pennsylvanian-Lower Permian source rocks and account for more than 20% of the hydrocarbons generated during this period (Ulmishek and Klemme, 1990). In Carboniferous fluvial-deltaic shallow marine sediments, the transitional environment shales on the western margin of Gondwanaland are intertwined with shallow marine carbonates. There are pauses in sedimentation of the units. Source rocks are transitional environment shales and source rocks with higher quality than that of Ordovician shales (Kendal et al., 2014). Rifts and foredeeps are the main structures controlling source rock storage and platforms are less important than those of the previous periods. The accumulations of thick orogenesis molasses caused deeper burial of source rocks and due to the charcoaly nature of organic matter, resulted in more gas generation than oil. Approximately two-thirds of the hydrocarbons discovered in Pennsylvanian-Lower Permian are gas. Another reason for the dominance of gas reserves is probably the widespread presence of evaporites between Permian source rocks. Pennsylvanian-Lower Permian units consist of equally marine, continental, and mixed facies. In the Permian period, rifting was particularly effective in the regions where Neotethys opened lately and the Gondwana disintegrated. Foredeeps are dense in the Hercynian belt (Ulmishek and Klemme, 1990).

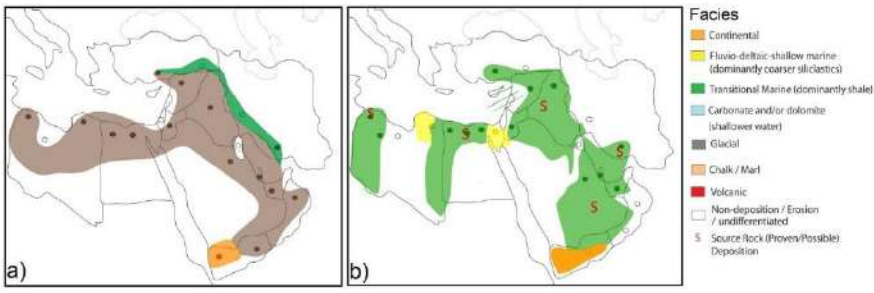


Fig. 9. a) Upper Ordovician (~ 445 Ma), and b) Lower Silurian (~ 440 Ma) source rocks in Southern Turkey (from Kendal et al., 2014)

3.4. Permian - Jurassic Source Rocks

Tethyan region protects the record of the evolution of the Gondwana super-continent margin from Permian to Middle Jurassic. During the Upper Carboniferous - Middle Triassic, Eurasia was separated from Gondwana by the occurrence of Paleotethys ocean (Zürcher et al., 2015). In Lower Permian, the opening of Neotethy and the collapse of the passive continental margin caused the continental rifting (Fig. 4). Permian source

rocks have been composed of transitional shales and shales intercalated with carbonates. In Upper Permian, they evolved into shallow marine carbonates along the entire continental margin, largely due to the evaporite-carbonate bonding. In some regions, carbonates are intercalated with transitional shales and fluvial-deltaic siliciclastics (Ulmishek and Klemme, 1990; Klemme and Ulmishek, 1991; Kendal et al., 2014).

Triassic units are composed of less transitional shales, shallow marine carbonates alternating predominantly with dolomitic and evaporites, and fluvial-deltaic shallow marine siliciclastics, and locally volcanics. Triassic source rocks are mainly transitional carbonates/dolomites and evaporites.

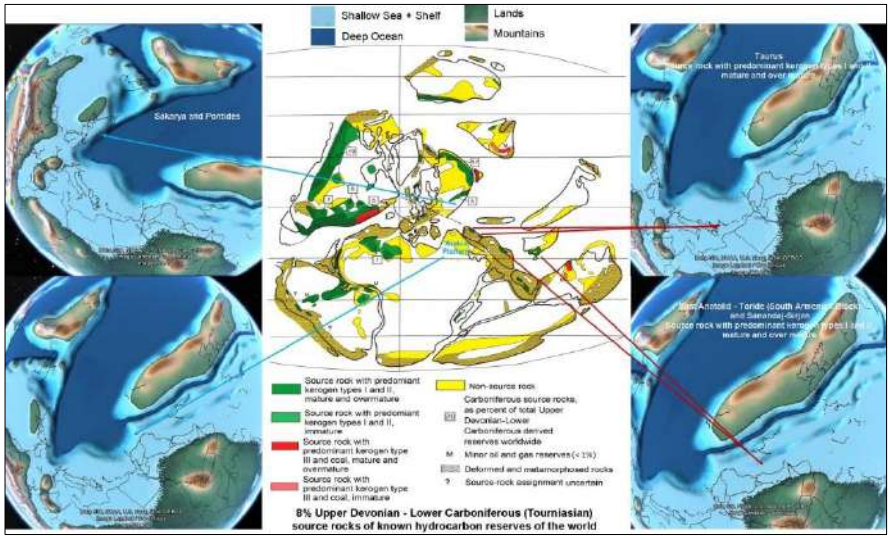


Fig. 10. Upper Devonian - Lower Carboniferous (Tournaisian) source rocks of Turkey (map of source rock: Ulmishek and Klemme, 1990; paleogeographic maps: from Scotese, 2001). The nomenclature of microcontinents: from Zürcher et al. (2015)

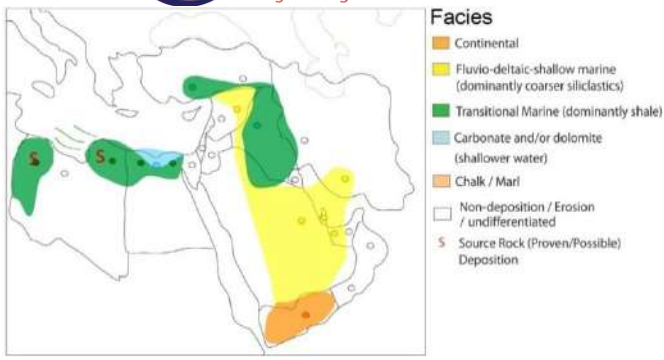


Fig. 11. Lower Devonian (~ 400 Ma) source rocks in Southern Turkey (Kendal et al., 2014)

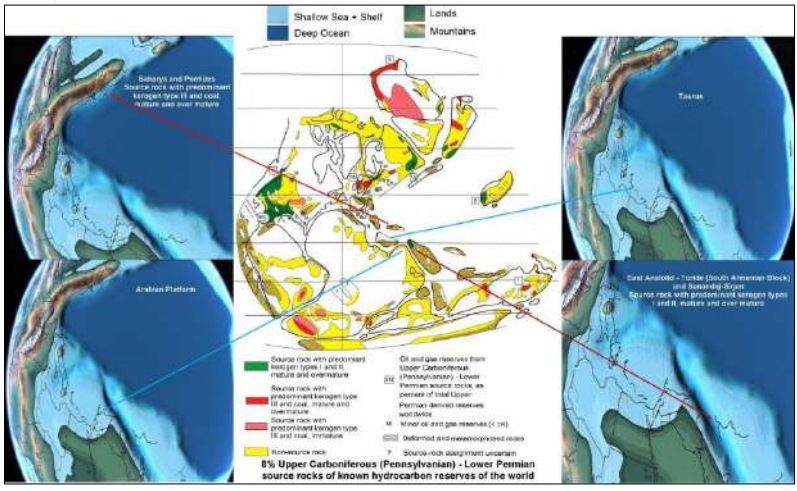


Fig. 12. Upper Carboniferous (Pennsylvanian) - Lower Permian source rocks of Turkey (map of source rock: Ulmishek and Klemme, 1990; paleogeographic maps: from Scotese, 2001). The nomenclature of microcontinents: from Zürcher et al. (2015)

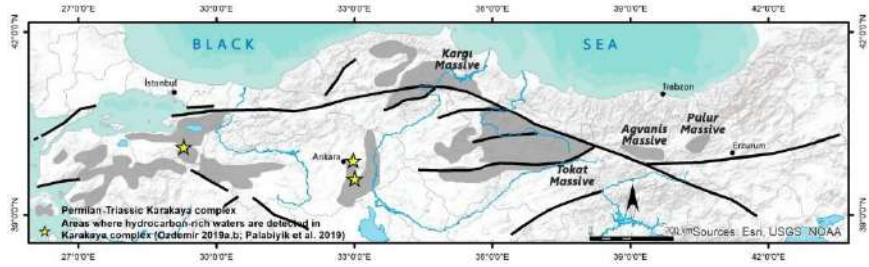


Fig. 13. Distribution in Northern Turkey of Permian-Triassic Karakaya Complex (modified from Sayit, 2010)

Triassic is characterized by the opening of Neotethys, the collapse of the passive continental margin, and the back-arc rifting in North Arabian and finally the beginning of rifting in the Mediterranean Region (Fig. 4). These processes caused the Cimmerian orogeny and the opening of the Neotethys ocean to the south of the Paleotethys ocean. Permian-Triassic boundary forms a plate-scale unconformity. Cimmerian island chain joined other continent blocks moving towards the north by moving towards the north , closed Paleotethys ocean and thus, only the Neotethys ocean was left behind. The microcontinents formed the present terranes of Turkey which exposed to a rifting in Lower Permian - Upper Jurassic interval. In Lower Triassic, the occurrence of a rift basin existed(Figs. 4 and 5). There was Karakaya Ocean in the north and Inner Tauride Ocean in the south. Kırşehir Block (Central Anatolian Crystalline Complex) and Menderes - Taurus Block (Ta: Taurus, Bitlis - Pötürge) which were located on the sides of these oceans were rifted (Fig. 4). It has been stated in the rift model explaining the tectonic development of the Karakaya Complex（Okay and Göncüoğlu, 2004): (1) The rocks of Karakaya Complex were formed in Late Permian rift, (2) then, this rift was turned into an oceanic margin, (3) this ocean/sea was closed in Late Triassic. Ozdemir (2019a,b) and Palabiyik et al. (2019) have examined the oil and gas potential of the Hasanoğlan (Ankara), Mamak (Ankara), and Uludağ (Bursa) regions, where the Karakaya Complex is widespread. They have determined the mature petroleum hydrocarbons in all the surface and subsurface water samples in these regions. These hydrocarbons are evidence for petroleum systems in the units of the Permian-Triassic Karakaya complex. These data indicate that the relic effective (generated oil) or spent (generated oil) source rocks (Ozdemir and Palabıyık, 2019a) of black, gray, and brown colored metamorphic rocks (schists, phyllites, slates, crystallized limestones, and marbles) of Karakaya complex with large widespread in Northern Turkey which were sedimentary rocks (shale, mudstone, carbonate, etc.) before metamorphism (Fig. 13). The authors think that one of the most potential relic effective (generated oil) or spent (generated oil) source rocks is the source rock in onshore Turkey of Karakaya complex and equivalent Triassic units according to Triassic outcrop map (Fig. 14) of Görür et al. (2018), the map of oil and gas seeps of Turkey (Fig. 15) of Palabiyik and Ozdemir (2019), and the previous studies which have determined mature petroleum hydrocarbons in Triassic.

3.5. Jurassic - Cretaceous Source Rocks

Global oil and gas exploration has shown that most of the hydrocarbon source rocks of the world have been formed during the Cretaceous period. Approximately 60% of oil and gas fields of the world are related to Albian - Coniacian source rocks (Yang et al., 2014; ; Irving et al., 1974). Numerous petroliferous basins, including the well-known Iranian Coast-Zagros Basin in the Middle East, Maracaibo Basin (Venezuela), and Songliao Basin (China) are associated with Cretaceous source rocks. Besides, the hydrocarbons in the basins such as the Western Siberian Basin (Russia), the Gulf of Mexico Basin, the Rocky Mountains front basin (America) and the North Slope (North America) Basin have been partially generated from Cretaceous source rocks as well. Therefore, this relationship between important oil and gas resources and Cretaceous source rocks is important to understand the processes involved in the occurrence of Cretaceous source rocks. Besides, Cretaceous is an important period in the evolution of the earth. It is associated with a number of major geological events, including the development of Oceanic Anoxic Events (OAO) and the Cretaceous Oceanic Red-Bed type sedimentation (CORB) (Jenkyns, 2010; Wang et al., 2011; Yang et al., 2014).

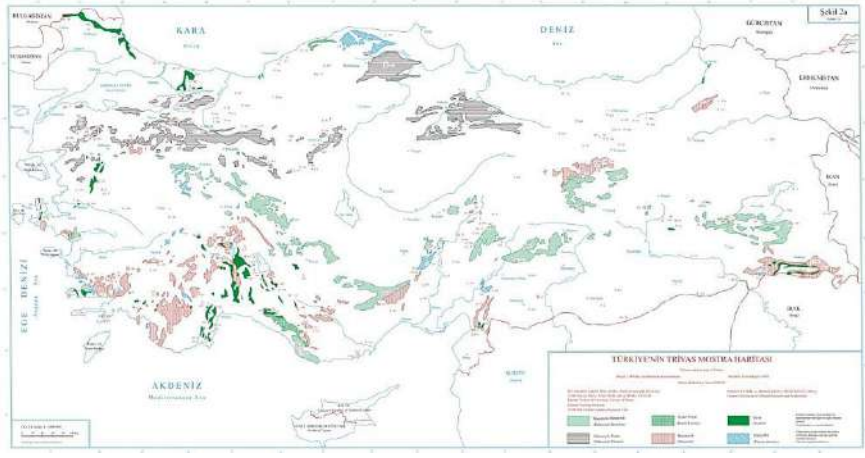


Fig. 14. Triassic outcrop map of Turkey (Görür et al., 1998)

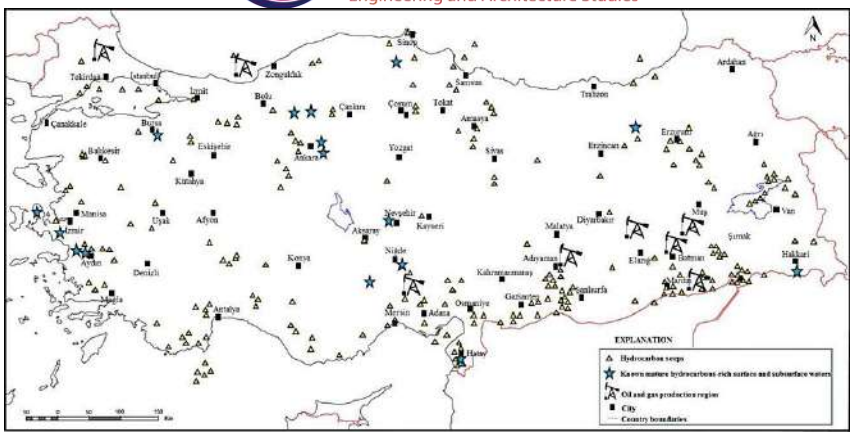


Fig.15. The known hydrocarbon seeps in Turkey (Palabiyik and Ozdemir, 2019)

This situation indicates that the determination of processes that play a role in the occurrence of Cretaceous source rocks is of great importance in terms of geological respect (Yang et al., 2014). More than 70% of oil in the Middle East is produced from Jurassic-Cretaceous sediments (about 30% of the Phanerozoic period). Some of these classic source rocks are; Sargelu Formation (Middle Jurassic, 150-200 m thickness at the type location), Garau Formation (Lower Cretaceous, more than 800 meters thick), Gadvan Formation (Lower Cretaceous, 100 meters thickness) and Kazhdomi Formation (Middle Cretaceous, 200 meters thickness), include both equivalent of lime-shale formations in the Zagros Basin of Southwestern Iran as well as the basins in Iraq and Persian Gulf. To explain these organic-rich source rocks, it is necessary to consider the width and position of the Neotethys shelf during the Jurassic and Cretaceous. Neotethys is close to the warm and organic-rich equator during Jurassic-Cretaceous. The neighboring land shores had wide and long shelves. The continents on the shores of Neotethys were wide and long shelves. They were also in a position that benefited from organic-rich sedimentation. During Upper Jurassic-Lower Cretaceous, Gondwana fragmented, rift volcanism and seafloor spread developed, ocean temperatures increased, and oceanic waters began to be enriched with the high nutrient value from volcanic floods (along mid-ocean ridges and continental margins or island arcs). Oxygen analysis of planktonic foraminifera in the Middle Cretaceous marine sediments shows that there was a severe global warming period between 85 and 125 million years due to the rapid increase in the carbon dioxide content of the atmosphere, especially due to increased volcanic activities. The warm climate, the increase in nitrogen,

phosphorus, and carbon contents of the elevated seas and oceans were the main factors in the organic enrichment of the marine sediments that were deposited at that time. This situation caused an increase in the plankton population which would not be measured. Sedimentation is largely between latitudes 30 ° K and 30 ° G, where the climate is hot and the organic activity is at the highest level (Fig. 16). The passive continental margin of the Gondwana where Middle East countries (including continents which formed present-day Turkey) on the coast of the Neotethys ocean are located have been primarily benefited from these events (Fig. 16). According to the distributions of the sedimentary facies in the Middle East, Mesozoic carbonates are divided into two groups. The first group is successive carbonate ramps (mixed with clastic clay layers) which have precipitated during marine regression when the clastics with a thickness varying between 30 and100 meters are brought to the basin. The second group is platform carbonates or differential shelf carbonates which have been deposited under transgression conditions. The differentiation is marked by the exotic basin deprived of oxygen by carbonate-evaporite platforms with high-energy shores (less sediment, an abundance of organic matter). Petroleum-rich source rocks are in the second group (Sorkhabi, 2010).

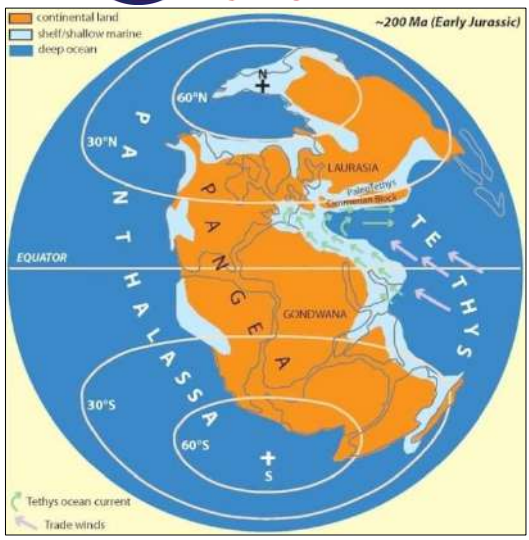
During the Middle Jurassic, the Paleotethys ocean closed and the South Neotethys ocean was formed by rifting of microcontinents on the edge of Gondwana (Fig. 5) (Zürcher et al., 2015). Jurassic source rocks are transitional shales, deep-water shales, and chalks (Kendal et al., 2014). Gondwanaland was constructed by Arabian and North African plates parallel to the equator and the Neotethys narrowed considerably (Figs. 5, 16, and 17). Cretaceous source rocks are the transitional and deep-sea shales and carbonates, shallow marine carbonate shales, and chalks. Cretaceous source rocks of the northern margin of Gondwanaland are transitional shales, deep-water shales, and carbonates, shallow marine carbonate shales, and chalks. Deepwater source rocks are located in several areas in the central and eastern parts of the continental margin. Proven and possible source rocks formed in the transitional environment are located along the continental margin as well as intracratonic basins (Figs. 17 and 18) (Kendal et al., 2014).

3.5.1. Tithonian-centered source rocks

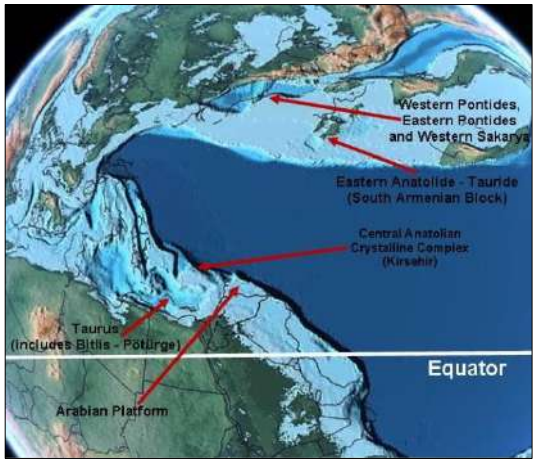
Calpionellids, abundant in the pelagic limestones called Tithonic facies special products of Tithonian, have been observed only around the eastern coast of North America (Gulf of Mexico) and the Persian Gulf as well as Mediterranean region where they are commonly encountered (Fig. 17). Besides, a similar series have been identified in the Central Himalayas and Tibet. Especially Fossil forms of Calpionellids which are one of the

planktonic fossils lived in warm shallow marine which existed in Turkey and throughout other regions of the earth in the Upper Jurassic-Cretaceous. Thus, they are abundant in marine pelagic limestones. Almost all of these limestones have micritic texture and contain abundant radiolaria and Sponge spicules as well as Calpionellids. They are abundantly observed in nanoplanktons within these thin-bedded and clayey pelagic limestones, defined as Tithonic facies. The important subject in the fossilization of Calpionellids is the microplanktons that feed with Calpionellids. A Calpionellid must be able to cross these organisms to reach the seafloor. In short, the fossilization of Calpionellids is a very difficult process. Despite all these negativities, the abundance of Calpionellid fossils, especially in Upper Jurassic - Lower Cretaceous pelagic limestones, indicates how much they proliferated during this time period (The presence of such abundant Calpionellid fossils also indicates that the microplanktons fed with Calpionellids during this time period have extincted/mass-extinction) (Tunç, 1991, Burşuk, 1992; Akyazı, 2001; Akyazı and Tunç, 2007).

The organic-rich Upper Jurassic source rocks have been deposited in the margin of southern Tethys, in the European Tethyan region and the north of the Gulf of Mexico (Fig. 19). The main feature of Tithonic facies source rocks is that they are rich in organic matter and mature. It is thought that petroleum systems consisting of these source rocks correspond to 25% of petroleum reserves of the world. In Upper Jurassic, a spherical oceanic anoxic event has not been determined. However, it has ensured the accumulation of marine organic matter in limited oceanic basins that developed after global sea-level rises and the disintegration of Pangea. Tithonian-centered source rocks have been deposited based on seafloor spreading and rapid collapse events under global resource-forming conditions. The recognition of traps filled by hydrocarbons of Tithonian-centered source rocks in the deep waters in the North of Mexico Gulf has been made possible by Flex Trend discoveries (such as Konyak, Lena, Zinc, Pompano, and Green Canyon 18) on the Louisiana shelf and its slope.



(a)



(b)

Fig. 16. In the Lower Jurassic period (~ 200 Ma), the positions of microcontinents formed present Turkey under the warm equatorial waters of Neotethys (a: Sorkhabi, 2010; b: from Scotese, 2001). The nomenclature of microcontinents: from Zürcher et al. (2015)

When it is moved from mini-basins, folding belts, and Wilcox accumulations to deep and ultra-deepwater, new evidence of the petroleums of Tithonian-centered source rocks emerges. Oxfordian Smackover formation forms the basis of the Tithonian-centered source rocks and is a well-known resource for hydrocarbons produced from carbonate reservoirs in salt basins on the northern coast of the Gulf of Mexico which is the main source rock for the northern shelf and the

Norfleet (NOR) deepwater reservoirs in the east (Cunningham et al., 2016). High sulfur-containing oils and their related natural gases on the slope of the Gulf of Mexico are thought to have generated from the Tithonian-centered source rocks. Organic-rich and over-mature shales from this period are found in the east of the Gulf of Mexico. In Cretaceous reservoirs on the Florida shelf where they are immature in the Upper Cretaceous-Tertiary, Tithonian oils are present (Hood et al., 2002). These source rocks called the Tithonian-centered source rocks contain Haynesville and Bossier shales, which are located in super sequences representing second-order transgressive and relatively extreme stagnant systems. Sensitive geochemical parameters to lithofacies obtained from reservoirs and seeps of the Tithonian-centered oil family indicate penetration of siliciclastic sediment into the Titonian calcareous environment. These siliciclastics mixed with deepwater carbonates can contribute improvement of the oil quality by reducing the sulfur content of kerogen. In the Sonda de Campeche offshore of Mexico, Tithonian sedimentary sequence is the most important source of hydrocarbons located in Paleocene traps (Santamaria-Orozco and Horsfield, 2003).

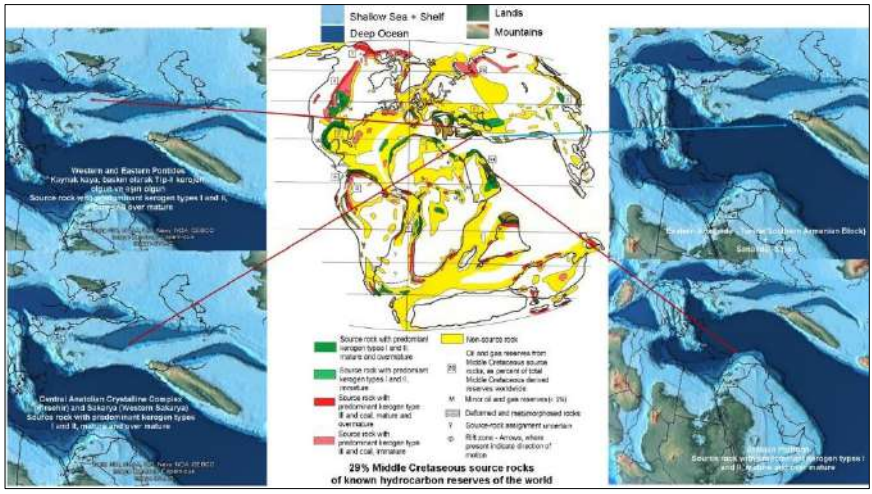


Fig. 17. Middle Cretaceous source rocks of Turkey (map of source rock: Ulmishek and Klemme, 1990; paleogeographic maps: from Scotese, 2001). The nomenclature of microcontinents: from Zürcher et al. (2015)

In Turkey located in Tethyan Region, especially in northern Turkey, Upper Jurassic-Lower Cretaceous units have widespread outcrops. It is commonly observed in the Pontide belt. These Upper Jurassic - Lower Cretaceous shallow marine units outcropping, especially in Central and Northern Turkey, are composed of clayey marine limestones containing

abundant Calpionel developed in Tithonic facies. In the Eastern Pontides; Upper Jurassic-Lower Cretaceous limestones outcropping in Koyulhisar, Susehri, Akincilar (Sivas), Alucra, Camoluk (Giresun), and Kelkit (Gumushane) regions are the products of Tithonic facies and contain abundant Calpionel. These units, which are widespread in North Anatolia, show largely similar features in terms of lithostratigraphic, chronostratigraphic, and biostratigraphic conditions. The Jurassic-Cretaceous transition/boundary cannot be differentiated lithologically due to continuous sedimentation. These units are micritic textured and clayey pelagic limestones which are generally thin-layered, but layer thickness is variable. The determination of the Jurassic-Cretaceous boundary in the areas showing this lithology and the separation of the layers within the Tithonian-Valangian age range can be clarified by means of Calpionellids. The Tithonic facies is also important in terms of being a distinctive sign between shallow-water carbonates and pelagic facies (Tunç, 1991, Burşuk, 1992; Akyazı, 2001; Akyazı and Tunç, 2007). For these reasons, Tithonian-centered pelagic limestones, containing a high amount of Calpionellid fossil due to mass-extinction of microplanktons in the Jurassic-Cretaceous period, have a significant potential for being undiscovered petroleum source rocks of Turkey.

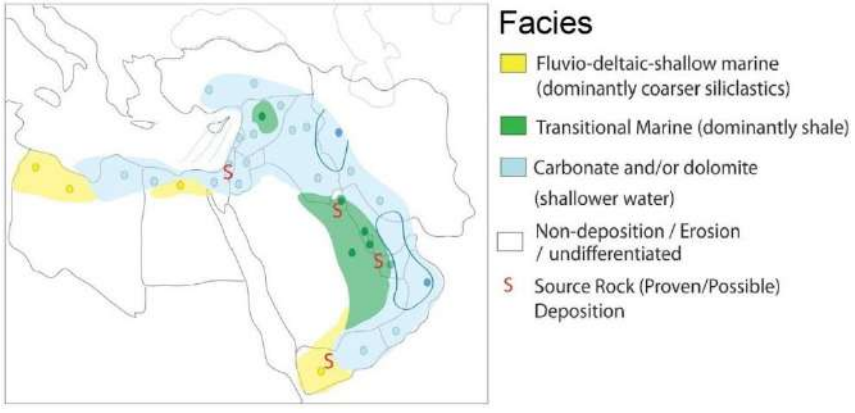


Fig. 18. Upper Cretaceous source rocks in southern Turkey (Kendal et al., 2014)

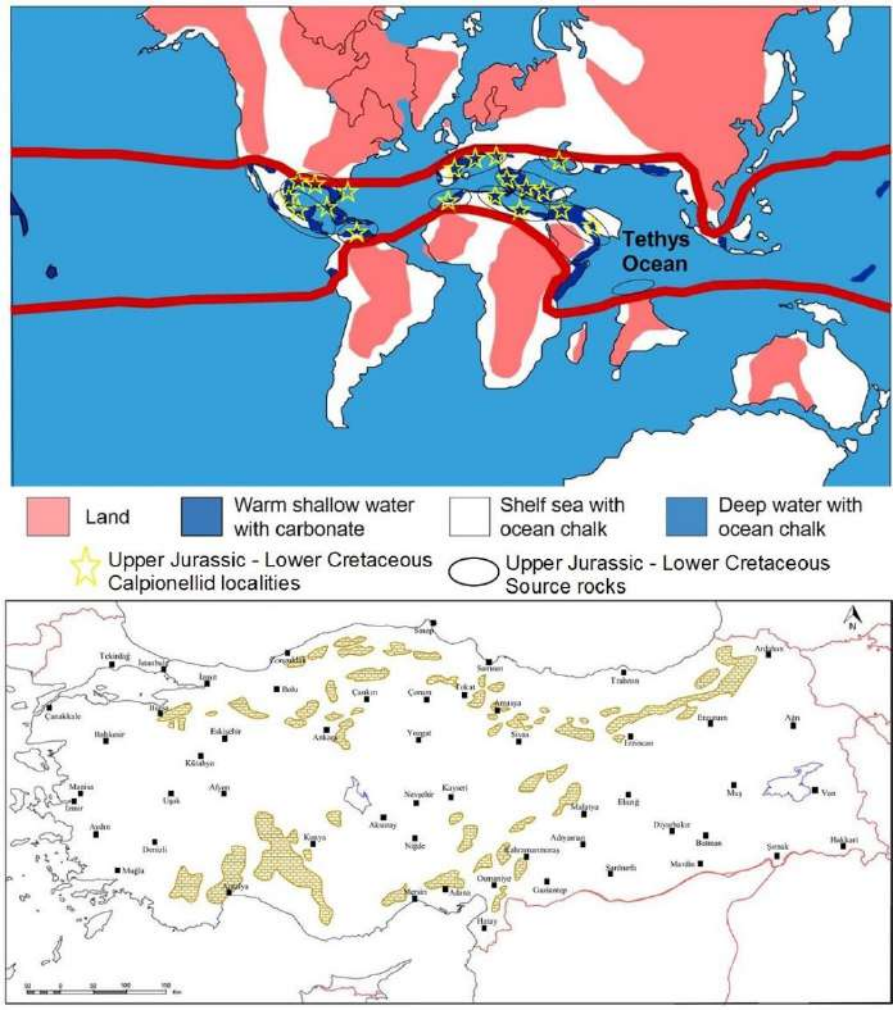


Fig. 19. Distribution of Upper Jurassic - Lower Cretaceous Calpionellid fossils, Cretaceous carbonate platforms (carbonate platforms are between red lines) and Upper Jurassic - Lower Cretaceous Tithonic facies rocks in Tethys Region. Distribution of Tithonic facies pelagic limestones in Turkey (paleogeography map and carbonate platform distribution: Skelton, 2003; Yang et al., 2014, source rock data: Klemme and Ulmishek, 1991; Capionel data: Bronze, 1991; Burşuk, 1992; Akyazı, 2001; López-Martínez et al., 2017)

Pontides have exposed to rifting in the Jurassic-Cretaceous time interval and a back-arc rift basin has been developed (Figs. 5, 16, and 17). This spreader rift basin is an area suitable for oil occurrence (Figs. 20 and

21) (Sorkhabi, 2010; Ozdemir, 2019a, b; Ozdemir and Palabıyık, 2019a). Pontides are the region where the ore deposits with the largest reserves in Turkey are located. Ozdemir and Palabiyik (2019b) have reported that metallic mines in operable-size are a shallow and reliable indicator for oil and gas accumulations. Therefore, the Pontides are a valuable region in terms of both the source rock and the presence of hydrocarbon reservoirs.

3.6. Cenozoic Source Rocks

In the Paleogene, Neotethys has remarkably become narrow(Fig. 5). The compression in the Paleocene has developed a foredeep filled with more than 5000 meters of sediment with the occurrence of the orogenesis and a mega-tectonic sequence as a result of ophiolite obduction on the coast of Neotethys ocean and rapid subsidence has stopped. The mega-tectonic sequence is characterized by folding and thrusting events which are products of the final closure of Neotethys. The source rocks are transitional shales, deep-water shales and carbonates, shallow marine carbonated shales, and chalks (Fig. 22). During Miocene - Holocene, Neotethys has almost completely been closed (Fig. 5). The closure of Neotethys is characterized by volcanism, folding, and thrusting events. In the Eastern Mediterranean, evaporite and carbonate units are dominant (Fig. 22). Miocene evaporite deposition was followed by Pliocene siliciclastic sedimentation due to Tertiary orogenic events. Although there are potential Neogene source rocks in the land areas of South Neotethys, they are immature due to insufficient burial (Kendal et al., 2014).

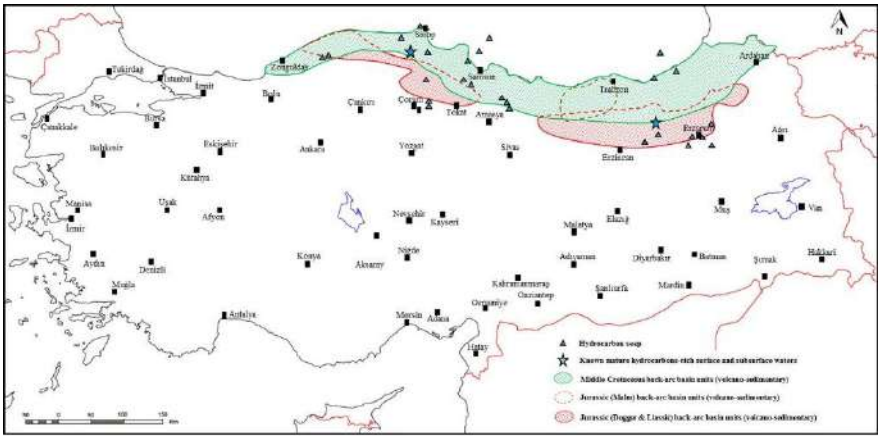
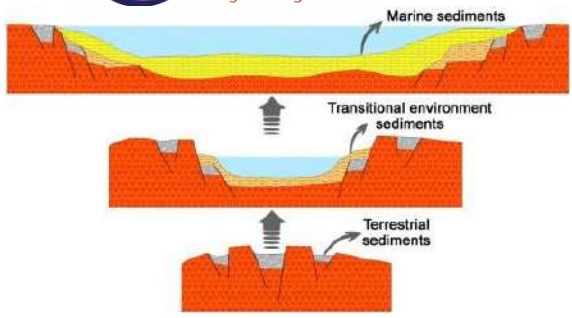
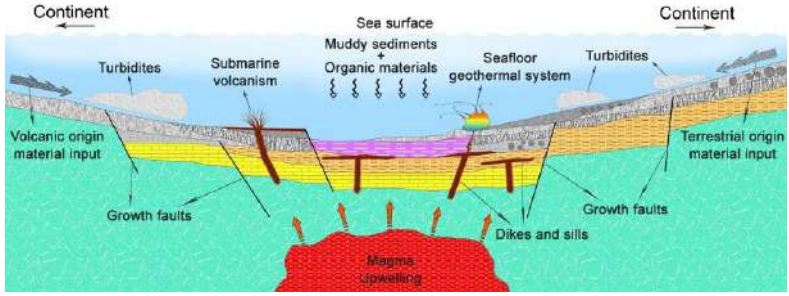


Fig. 20. Jurassic-Cretaceous back-arc basin units (volcano-sedimentary) in the Pontides (unit data: from Brikman, 1976; hydrocarbon seep data: Palabiyik and Ozdemir, 2019)



(a)



(b)

Fig. 21. (a) sediment deposition (from Ediger, 1987) and (b) conceptual model of occurrence of petroleum source rock in a rift basin (from Özdemir, 2019a,b and Ozdemir and Palabiyik, 2019a)

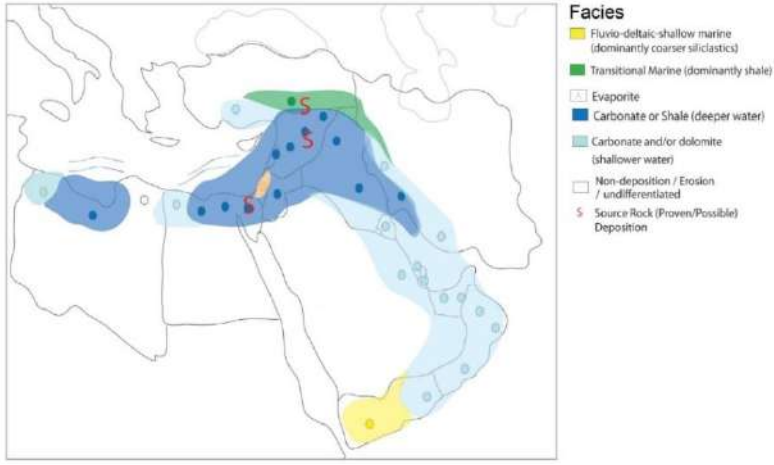


Fig. 22. Paleocene source rocks in Southern of Turkey (Kendal et al., 2014)

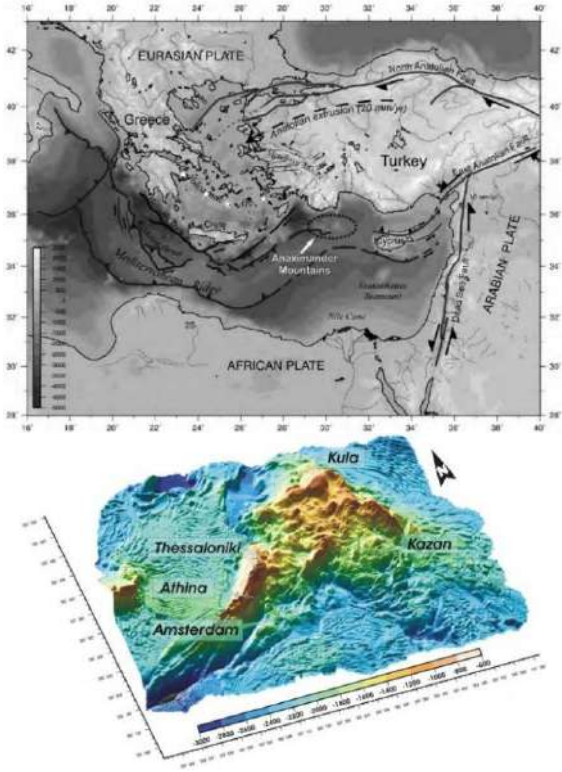


Fig. 23. Mud volcanoes in the Eastern Mediterranean Basin (Lykousis et al., 2009)

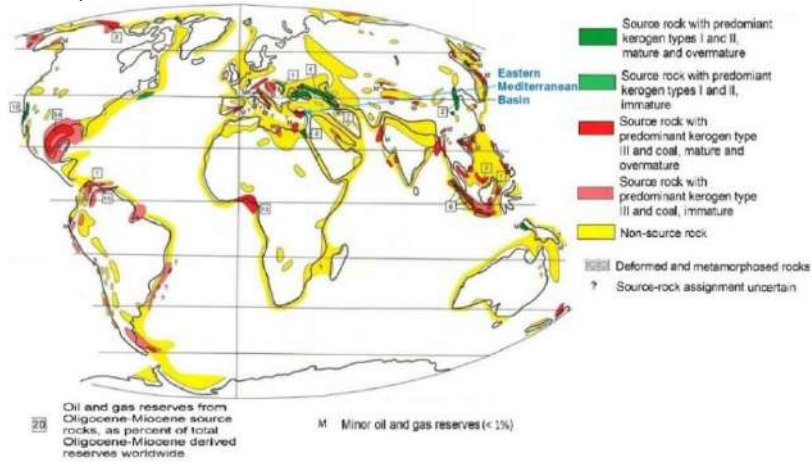


Fig. 24. Map of Oligocene - Miocene petroleum source rocks of Turkey (Ulmishek and Klemme, 1990)

There is a close relationship between mud volcanoes and oil and gas fields. Mud volcanoes are one of the common occurrences in oilfields. These mud volcanoes, which are closely related to gas and water outlets, are generally formed near anticline peaks or fractures that arise from folding. There are more mud volcanoes on anticlines which contain petroliferous levels and are close to the surface. Very few mud volcanoes are observed in areas where petroleum levels are located in too deep depths. Mud volcanoes are characteristic features of especially Tertiary aged (mostly Neogene, part of Quaternary) oil and gas fields. Nearly 220 mud volcanoes are known in Azerbaijan. Mud volcanoes are located in the west and southwest of Baku. They are the regions where oil and gas fields can be intensely found (İnan, 1982). The relationship between mud volcanoes and petroleum systems of Azerbaijan has been examined (Guliev and Feizullayev, 1996; Guliev et al., 2003; Planke et al., 2003; Mazzini et al., 2009). Thus, the mud volcanoes on the southwestern coast of Kula-Turkey, Amsterdam, Kazan, Athina, and Theessaloniare evidence for the presence of large hydrocarbon resources in the Eastern Mediterranean Basin. Eastern Mediterranean mud volcanoes (also described in the literature as Anaximander Mountains) have investigated by Deyhle et al. (2003) and Lykousis et al. (2009) (Figs. 23 and 24).

4. CONCLUSIONS

According to the paleogeographic and the paleotectonic data in this study, there are widespread carbonate rocks and evaporites as well as clastic rocks in Turkey. The presented paleogeographic and paleotectonic data and their interpretations show that Turkey has prosperous petroleum source rocks that have been formed in the Paleozoic - Miocene interval. Ordovician – Silurian, Devonian-Carboniferous, Permian-Triassic, Jurassic-Cretaceous, Paleocene and Oligocene-Miocene are the important geological periods in terms of source rock occurrence. Microcontinents forming the present-day land area of Turkey, Upper Silurian (all microcontinents), the Permian-Triassic (Sakarya, Pontides, Taurides, and Arabia Platform), Jurassic-Cretaceous (Pontides) have exposed to rifting and a rift basin or rifted continental margin (Central Anatolian Crystalline Complex-Kırşehir, Eastern Anatolide-Tauride/Southern Armenian Block, Sakarya, Sanandaj - Sirjan, Taurus) has been formed (back-arc basins in the north of Sakarya and Pontides). Sorkhabi (2010), Özdemir (2019), Ozdemir and Palabiyik (2019a,b) have stated that rift basins and rifted continental margins are considered as suitable environments for petroleum source rock occurrences. Mature petroleum hydrocarbons detected in Western and Central Anatolia containing rift basins and rifted passive margins by Ozdemir (2019a, b, c), Palabiyik et al. (2019), Karatas et al. (2019), and Ozdemir et al. (2019) support this opinion. The results of this

study are also consistent with the results of the Palabiyik and Ozdemir (2019a) study indicating that there are many hydrocarbon seeps throughout the country. Therefore, the source of a large number of hydrocarbon seeps throughout the country is the source rocks/reservoirs that have occurred in different geological periods.

The cumulative diagram (Fig. 25) summarizes the deposition and maturation of source rocks and trapping stages of the generated oils. According to this diagram, just over a quarter of the effective source rocks of the world have been deposited in Lower Permian - Upper Jurassic interval (Figs. 4, 5, and 25). Hence, Turkey containing widespread Permian-Jurassic units is also fortunate in this respect.

Ulmishek and Klemme (1990), Klemme and Ulmishek (1991), Ozdemir (2018a), and Palabiyik and Ozdemir (2019)'s studies manifest that Alpine tectonics positively affects both the maturation and trapping processes of source rocks (Figs. 2 and 25). Thus, it refutes the interpretation that source rocks formed in various geological periods in onshore Turkey have been eroded and the reservoirs have been destroyed as a result of Alpine orogenesis.

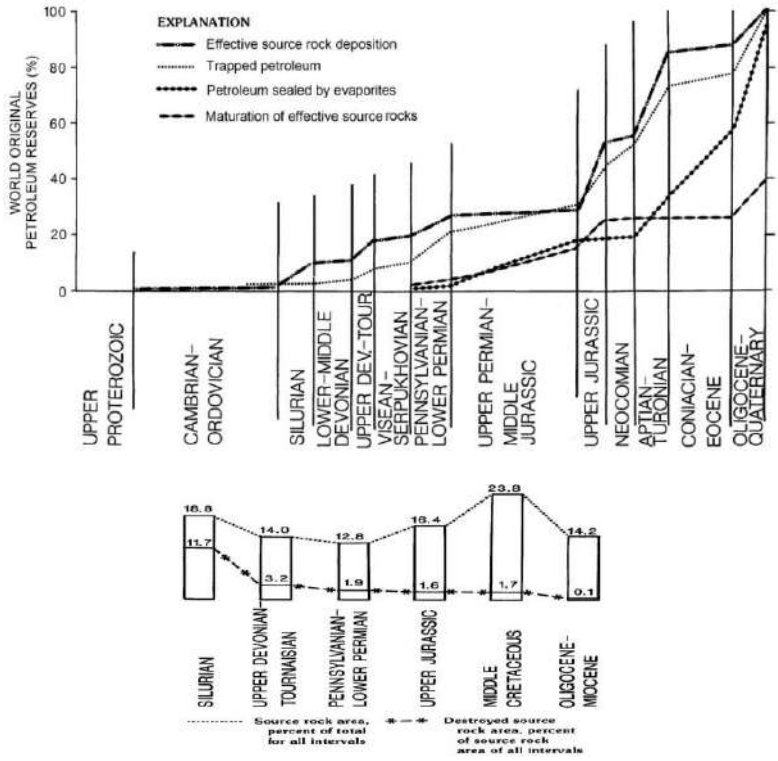


Fig. 25. Stages of accumulation, maturation, and trapping of oil and gas generated by effective source rocks according to geological periods (Ulmishek and Klemme, 1990; Klemme and Ulmishek, 1990).

The age of the organic-rich rocks and hydrocarbons/oils can be directly determined by the Re-Os isotope system (Cohen, 2004; Marques, 2012; Stein and Hannah, 2014; Ozdemir and Palabiyik, 2019c). It is important to determine the dating of organic-rich rocks and hydrocarbons by using Re-Os isotope geochemistry. Recently, both the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) and Turkish Petroleum International Company (TPIC) have drilled out million-meter core drilling every year up to a depth of 1500 m throughout the country. Cores of these drillings are stored in the Center of Turkey Geosciences and Core Databank. Therefore, they can be associated with tectonic history and structures in the basin/region, where they are located, by conducting both Re-Os isotope and organic geochemical analyses on organic-rich rocks in these drilled cores.

Most of onshore Turkey is covered by young alluvial deposits, young volcanic rocks, ophiolites, and ophiolitic melanges. Hence, the possibility of exploration by classical geochemical methods (source rock-targeted) is extremely limited. Consequently, in the future hydrocarbon exploration in Turkey, it will be more appropriate to use TPH analysis in the water method applied by (Ozdemir, 2018b, 2019a,b,c), Palabiyik et al. (2019), and Karatas et al. (2019).

REFERENCES

Akyazı, M., 2001. Calpionellieds. Mavi Gezegen Dergisi, 5, 70-73 (in Turkish)

Akyazı, M. and Tunç, M., 2007. Biostratigraphic comparison of Tithonic facies limestones outcropping in Eastern Pontides. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 24(1-2), 19-46 (in Turkish with English abstract)

Alkhafaji, M.W., 2017. Organic petrology of Ora formation in Akkas field, western Iraq. Tikrit Journal of Pure Science, 22 (9), 76-82

Alsharhan, A.S. and Nairn, A.E.M., 2003. Sedimentary Basins and Petroleum Geology of the Middle East. Elsevier, 843 p.

Ay, F., 2015. Organic facies and hydrocarbon source rock potential of bituminous shales of around Düzağaç (Kozan, Adana). S.Ü. Müh. Bilim ve Tekn. Derg., 3(3), 25-36 (in Turkish with English abstract)

Ayhan, A., 1988, Geology of between Kozan-Elmadağı (Adana) (Eastern Taurus). İst. Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, 6 (1-2), 37-56 (in Turkish with English abstract)

Brikman, R., 1976. Geology of Turkey. Elsevier. 157 p.

Burşuk, A., 1992. Calpionellid biozonation in Bayburt and Kop Mountains (NW Erzurum) area (Upper Jurassic-Lower Cretaceous). Türkiye Jeoloji Bülteni, 35,127-140 (in Turkish with English abstract)

Cohen, A.S., 2004. The rhenium-osmium isotope system: applications to geochronological and paleoenvironmental problems. J. Geol. Soc. London, 161, 729-734

Cunningham, R., Snedden, J.W., Norton, I.O., Olson, H.C., Whitaker, T.L., and Virdell, J.W., 2016. Upper Jurassic Tithonian-centered source mapping in the deepwater northern Gulf of Mexico. Interpretation, 4(1), SC97-SC123. http://dx.doi.org/10.1190/INT-2015-0093.1

Dean, W.T. and Monod, O., 1990. Revised stratigraphy of lower Paleozoic rocks, Eastern Taurus mountains, south central Turkey, Geol. Mag., Great Britain, 127 (4), 333-347

Demirtaşlı, E., 1967. Lithostratigraphic units and oil possibilities of the area between Pınarbaşı-Sarız-Mağara regions. MTA Rap. No: 3489 (Unpublished)

Derman, A.S., 2014. Petroleum systems of Turkish basins. in Marlow, L., Kendall, C. and Yose, L. (eds.), Petroleum Systems of the Tethyan Region: AAPG Memoir 106, 469-504

Deyhle, A. Kopf, A.J., and Aloisi, G., 2003. Boron and boron isotopes as tracers for diagenetic reactions and depth of mobilization, using muds and authigenic carbonates from eastern Mediterranean mud volcanoes. Van Rensbergen, P., Hilhs, R.R., Maltman, A.J. & Morley, C.K. (eds), Subsurface Sediment Mobilization. Geological Society, London, Special Publications, 216, 491-503

Ediger, V., 1987. Geological evolution and hydrocarbon potential of rift basins. 7th Petroleum Congress of Turkey, 1-10 (in Turkish with English abstract)

Görür, N., Şengör, A.M.C., Okay, İ.A., Özgül, N., Tüysüz, O., Sakınç, M., Akkök, R., Yiğitbaş, E., Genç, T., Örçen, S., Ercan, T., Akyürek, B., and Şaroğlu, F., 1998. Triassic-Miocene Paleogeography Atlas of Turkey. Istanbul Technical University - General Directorate of Mineral Research and Exploration, 55 p. (in Turkish-English)

Guliev, I.S. and Feizullayev, A.A., 1996. Geochemistry of hydrocarbon seepages in Azerbaijan. in D. Schumacher and M. A. Abrams, eds., Hydrocarbon Migration and Its Near-Surface Expression: AAPG Memoir 66, 63-70

Guliev, I.S., Mamedov, P.Z., Feyzullayev, A.A., Huseynov, D.A. Kadirov, F.A., Aliyeva, E.H.-M., and Tagiyev, M.F., 2003. Hydrocarbon Systems of The South Caspian Basin. Baku, Nafta-Press, 206 p.

Golonka, J., 2004. Plate tectonic evolution of the southern margin of Eurasia in the Mesozoic and Cenozoic. Tectonophysics, 381, 235-273

Gourvennec, R. and Hoşgör, I., 2012. New record of a Middle Devonian brachiopod fauna from the Northern Arabian Plate, Zap Anticline, Çukurca-Hakkari, Southeastern Turkey. Bulletin of Geosciences 87(2), 347-358

Hood, K.C., Wenger, L.M., Gross, O.P., and Harrison, S.C., 2002. Hydrocarbon systems analysis of the northern Gulf of Mexico: Delineation of hydrocarbon migration pathways using seeps and seismic imaging, in Surface exploration case histories: Applications of geochemistry, magnetics, and remote sensing, D. Schumacher and L. A. LeSchack, eds., AAPG Studies in Geology No. 48 and SEG Geophysical References Series No. 11, 25-40.

Irving, E., 1974. Oil, climate, and tectonics. Canadian Journal of Earth Sciences, 11(1), 1-17

İnan, A., 1982. The mud volcanoes of Azerbaijan. Yeryuvarı ve İnsan, 7(1), 4-5 (in Turkish)

Jassim, S.Z. and Al-Gailani, M., 2006. Hydrocarbons. Geology of Iraq (Saad Z. Jassim and Jeremy C. Goff, eds.) 326 - 354

Jenkyns, H.C., 2010. Geochemistry of oceanic anoxic events. Geochemistry, Geophysics, Geosystems. 11(3), 1-30

Karatas, A., Ozdemir, A., and Sahinoglu, A., 2019. Investigation of Oil and Gas Potential of Karaburun Peninsula and Seferihisar Uplift (Western Anatolia) by Iodine Hydrogeochemistry and Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) in Water Analysis, Marmara University, Project No (9505): SOS-A-100719-0267

Kendall, C.G.C., Alsharhan, A.S., and Marlow, L., 2014. Stratigraphy and depositional systems of the Southern Tethyan region, in L. Marlow, C. Kendall, and L. Yose, eds., Petroleum systems of the Tethyan region: AAPG Memoir 106, 29-57

Klemme, H.D. and Ulmishek, G.F., 1990. Effective petroleum source rocks of the word: Stratigraphic distribution and controlling depositional factors. AAPG Bulletin, 75(12), 1809-1851

Luning, S., Craig, J., Loydell, D.K., Storch, P. and Fitches, B., 2000. Lower Silurian 'hot shales' in North Africa and Arabia: regional distribution and depositional model. Earth-Science Reviews, 49, 121-200

Lykousis, V., Alexandri, S., Woodside, J., de Lange, G., Dahlmann, A., Perissoratis, C., Heeschen, K., Ioakim, Chr., Sakellariou, D., Nomikou, P., Rousakis, G., Casas, D., D. Ballas, and Ercilla, G., 2009. Mud volcanoes and gas hydrates in the Anaximander mountains (Eastern Mediterranean Sea). Marine and Petroleum Geology, 26, 854-872

Marques, J.C., 2012. Overview on the Re-Os isotopic method and its application on ore deposits and organic-rich rocks. Geochimica Brasiliensis, Ouro Preto, 26(1), 49-66

Mazzini, M., Svensen, H., Planke, S., Guliyev, I., Akhmanov, G.G., Fallik, T., and Banks. D., 2009. When mud volcanoes sleep: Insight from seep geochemistry at the Dashgil mud volcano, Azerbaijan. Marine and Petroleum Geology, 26,1704-1715

Metin, S., 1984. Geology of between Develi and Saimbeyli in the East Taurus Mountains. İst. Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, 16 (1), 82-100 (in Turkish with English abstract)

Meulenkamp, J.E. and Sissingh, W., 2003. Tertiary paleogeography and tectonostratigraphic evolution of the Northern and Southern Peri-Tethys platforms and the intermediate domains of the African-Eurasian convergent plate boundary zone. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, 196, 209-228

Moix, P., Beccaletto, L., Kozur, H.W., Hochard, C., Rosselet, F., and Stampfli, G.M., 2008. A new classification of the Turkish terranes and sutures and its implication for the paleotectonic history of the region. Tectonophysics, 451, 7-39

Monod, O, Kozlu, H., Ghienne, J.-F., Dean, W.T., Günay, Y., Le He´risse´, A., Paris, F., and Robardet, M., 2003. Late Ordovician glaciation in southern Turkey. Terra Nova, 15(4), 249-257

Okay, A.I., 2008. Alpine-Himalayan blueschists. Ann. Rev. Earth Planet. Sci., 17, 55-87

Okay, A.I. and Göncüoğlu, C., 2004. The Karakaya complex: A review of data and concepts. Turkish Journal of Earth Sciences, 13, 77-95

Oppo, D., Capozzi, R., Nigarov, A., and Esenov, P., 2014. Mud volcanism and fluid geochemistry in the Cheleken Peninsula, Western Turkmenistan. Marine and Petroleum Geology, 57, 122-134

Oppo, D. and Capozzi, R., 2015. Spatial association of mud volcano and sandstone intrusions, Boyadag anticline, Western Turkmenistan. Basin Research, 1-13, doi: 10.1111/bre.12136

Onalan, M., 1986, Amanos dağlarındaki Alt Paleozoyik çökellerinin çökelme ortamları ve bölgenin paleocoğrafik evrimi, T.J.K. Bülteni, 29, 49-63

Ozgül, N., Metin, S., and Dean, W.T. 1973. Cambrian-Tertiary rocks of around Tufanbeyli. TJK Bülteni, 16 (1), 82-100 (in Turkish with English abstract)

Ozgül, N. and Kozlu, H., 2002. The findings of stratigraphy and structural location of Kozan-Feke (Eastern Taurus) region. TPJD Bülteni, 14, 1, 1-36 (in Turkish with English abstract)

Ozdemir, A., 2018a. Türkiye'nin iyotça zengin suları ve kara alanlarının petrol ve doğalgaz potansiyeli *(Iodine-rich waters of Turkey and oil & gas potential of the onshore)*. Journal of Sustainable Engineering Applications and Technological Developments, 1(2), 103-150 (English full-text: https://www.researchgate.net/profile/Adil_Oezdemir)

Ozdemir, A., 2018b. Suda TPH (Toplam Petrol Hidrokarbonları) analizinin petrol ve doğalgaz arama amaçlı kullanımı: Türkiye'den ilk önemli sonuçlar (*Usage of the TPH - Total Petroleum Hydrocarbons in water analysis for oil and gas exploration: First important results from Turkey*). Journal of Engineering Sciences and Design of Suleyman Demirel University, 6(4), 615-635 (English full-text available: https://www.researchgate.net/profile/Adil_Oezdemir)

Ozdemir, A., 2019a. Hasanoğlan (Ankara) petrol sisteminin organik hidrojeokimyasal kanıtları (*Organichydrogeochemical evidences of Hasanoğlan-Ankara petroleum system*). Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 25(6), 748-763 (Full-text: https://www.researchgate.net/profile/Adil_Oezdemir)

Ozdemir, A., 2019b. Mamak (Ankara) çalışan petrol sisteminin jeokimyasal kanıtı olarak olgun hidrokarbonca zengin sular ve bölgedeki potansiyel kapan alanı **(***Mature hydrocarbon-rich waters as geochemical evidence of working petroleum system of Mamak-Ankara and potential trap area in the region*). European Journal of Science and Technology, 17, 244-260 (English version full-text available: https://www.researchgate.net/profile/Adil_Oezdemir)

Ozdemir, A., 2019c. Büyük Menderes grabeni (Batı Anadolu) Neojen öncesi petrol sisteminin organik hidrojeokimyasal kanıtları ve potansiyel kapanlar (*Organic hydrogeochemical evidence of pre-Neogene petroleum system of the Buyuk Menderes graben and potential traps, Western Turkey*). *European Journal of Science and Technology*, (16), 325-354 (English version full-text available: https://www.researchgate.net/profile/Adil_Oezdemir)

Ozdemir, A., Palabiyik, Y., Karatas, A., and Sahinoglu, A., 2019. Reservoir-targeted Oil and Gas Exploration Project in Central Turkey: Beypazarı and Kızılcahamam (Ankara), Gülşehir (Nevşehir), and Çamardı (Niğde) Regions (unpublished)

Ozdemir, A. and Palabiyik, Y., 2019a. A new approach to petroleum source rock occurrence: The relationships between ophiolites, mantle plume, mass extinction and petroleum source rock, IV. International Congress of Scientific and Vocational Studies - Engineering Sciences (BILMES EN 2019), November 07 - 10, 2019, Ankara, Turkey Turkey **(in press)**

Ozdemir, A. and Palabiyik, Y., 2019b. A shallow and reliable indicator for deep oil and gas accumulations in the subsurface: Metallic ore deposits. IV. International Congress of Scientific and Vocational Studies - Engineering Sciences (BILMES EN 2019)**,** November 07 - 10, 2019, Ankara, Turkey **(in press)**

Ozdemir, A. and Palabiyik, Y., 2019c. Use of Rhenium-Osmium (Re-Os) isotope for direct dating of organic-rich rocks and hydrocarbons/oils in petroleum geology: A review. ISPEC 4th International Conference on Engineering & Natural Sciences, October 18-20, Ankara, Turkey, 46-59

Palabiyik, Y., Ozdemir, A., and Sahinoglu, A., 2019. Investigation of Oil and Gas Potential of Uludag Massif (Northwestern Anatolia) by Iodine Hydrogeochemistry and Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) in Water Analysis, Istanbul Technical University, Scientific Research Project, Project No: 42217

Palabiyik, Y. and Ozdemir, A., 2019. Oil and gas seeps in Turkey: A review. 7th International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Sciences, November 15-17, 2019, Ankara, Turkey **(in press)**

Perinçek D., Duran, O., Bozdoğan, N., and Çoruh, T., 1992. Stratigraphy and paleogeographical evolution of the autochthonous sedimentary rocks in Southeast Turkey. Ozan Sungurlu Symposium, Proceedings.

In Tectonics and Hydrocarbon Potential of Anatolia and Surrounding Regions. Turkish Petroleum Corporation - Turkish Association of Petroleum Geologists, 274-305

Planke, S., Svensen, H., Hovland, M., Banks, D.A., and Jamtveit, B., 2003. Mud and fluid migration in active mud volcanoes in Azerbaijan. Geo-Mar. Lett. 23, 258-268

Ruban, D.A., Al-Husseini, M.I. and Iwasaki, Y., 2007. Review of Middle East Paleozoic Plate tectonics. GeoArabia, 12(3), 35-56

Santamaria-Orozco, D. and Horsfield, B., 2003. Gas generation potential of upper Jurassic (Tithonian) source rocks in the Sonda de Campeche, Mexico. C. Bartolini, R. T. Buffler, and J. Blickwede, (eds.), The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics: AAPG Memoir 79, 349-363

Sayit, K., 2010. Geochemistry and petrogenesis of the oceanic island and subduction-related assemblages from the paleotethyan Karakaya subduction/accretion complex, central and Northwest Turkey. Middle East Technical University, PhD Thesis, 204 p.

Scotese, C.R., 2001, Atlas of Earth history, Volume 1, Paleogeography, PALEOMAP Project, Arlington, Texas, 52 p.

Skelton, P.W., 2003. The Cretaceous World. London: Cambridge University Press. 1-350

Sorkhabi, R., 2010. Why So Much Oil in the Middle East ?. Geoexpro, Vol. 7, No. 1

Stein, H. and Hannah, J., 2014. Rhenium-Osmium Geochronology: Sulfides, Shales, Oils, and Mantle. Encyclopedia of Scientific Dating Methods. 1-25, DOI 10.1007/978-94-007-6326-5_36-1

Şengör, A.M.C., Lom, N., Sunal, G., Zabcı, C., and Sancar, T., 2019. The phanerozoic paleotectonics of Turkey. Part I: an inventory. Mediterranean Geoscience Reviews, 1, 1, 91-161

Tolluoğlu, Ü.A. ve Sümer, E.Ö., 1995. The Early Paleozoic evolution of the Anatolian microcontinent in northern Gondwana. Türkiye Jeoloji Bülteni, C.38, S. 21-22, 1-22 (in Turkish with English abstract)

Torsvik, T.H. and Cocks, L.R.M., 2011. The Paleozoic paleogeography of central Gondwana. Geological Society, London, Special Publications, 357, 137-166, doi: 10.1144/SP357.8

Tunç, M., 1991. Biostratigraphy of pelagic limestones of Aktaş (Kızılcahamam) region. Türkiye Jeoloji Bülteni, 34, 27-42 (in Turkish with English abstract)

Ulmishek, G.F. and Klemme, H.D., 1991. Depositional controls, distribution and effectiveness of world's petroleum source rocks. U.S. Geological Survey, 59 p.

Utmanoğulları, M., 2012. Geology, Subsurface Geology and Hydrocarbon Possibilities of around of Şirvan-Özpınar (Siirt). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, MSc. Thesis, 127 p. (in Turkish)

Wang, C.S., Hu, X.M., Huang, Y.J., Wagreich, M., Scott, R., and Hay, W., 2011. Cretaceous oceanic red beds as possible consequence of oceanic anoxic events. Sedimentary Geology, 235(1), 27-37

Yalçın, M.N. and Yılmaz, I., 2010. Devonian in Turkey - a review. Geologica Carpathica, 61(3), 235-253

Yang, R., Wang, Y. & Cao, J. 2014. Cretaceous source rocks and associated oil and gas resources in the world and China: A review. Petroleum. Science, 11, 331-345. DOI: 10.1007/s12182-014-0348-z

Yılmaz, İ., 2004. Geology and Tectonic Properties of Mansurlu-Saimbeyli (Adana) Section of Eastern Taurus Mountains. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora tezi, 191 s.

Yılmaz, E. ve Duran, O., 1997. Stratigraphy Dictionary of Autochthonous and Allacton Units in Southeast Anatolia. TPAO Eğitim Yayınları No: 31, 460 p. (in Turkish)

Zürcher, L., Bookstrom A.A., Hammarstrom, J.M., Mars, J.C., Ludington, S., Zientek, M.L., Dunlap, P., and Wallis, J.C., with contributions from Drew, L.J., Sutphin, D.M., Berger, B.R., Herrington, R.J., Billa, M., Kuşcu, I., Moon, C.J., and Richards, J.P., 2015. Porphyry copper assessment of the Tethys region of western and southern Asia: U.S. Geological Survey Scientific Investigation Report 2010-5090-V, 232 p.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

OIL AND GAS SEEPS IN TURKEY: A REVIEW

Yildiray Palabiyik[1] & Adil Ozdemir[2]

[1]Istanbul Technical University, Department of Petroleum and Natural Gas Engineering, Istanbul, Turkey
palabiyiky@itu.edu.tr
[2]Adil Ozdemir Consulting, Ankara, Turkey
adilozdemir2000@yahoo.com

Abstract: The relationship between the hydrocarbon reservoirs and the seeps has been proved by multiple methods such as geochemical analyses and seismic measurements. Many giant oil and gas fields were discovered with oil wells drilled in the area close to the seeps. When looking at the discovery story of petroliferous basins of the world, oil and gas seeps have been proved to be the first clues about most of the oil and gas production basins/fields. In the literature, there are numerous studies showing the close relationship between oil and gas production basins/fields and hydrocarbon seeps. The relationships between types of hydrocarbon seeps and geological, tectonics, and petroleum geology characteristics of oil and gas production basin/fields have been examined in detail in those studies. One of the most critical parameters for the efficient exploration of hydrocarbon accumulations is to investigate the hydrocarbons seeps in detail. Numerous active or passive hydrocarbon seeps have been determined throughout Turkey so far. It was believed that destructions of oil and gas traps/structures in Turkey, where it is located in an active tectonic belt, caused this situation and also the seeps are the indicators of these destructions of the oil and gas traps/structures formed by various geological periods. This interpretation has been refuted by numerous previous studies that have proved a close relation between seeps and hydrocarbon production fields. Thus, numerous oil and gas seeps throughout the country show that Turkey, which is one of the most untouched countries of the world in terms of exploration activities, has a significant oil and gas potential.

Keywords: oil and gas seep, oil seepage, hydrocarbon seep, petroleum exploration, oil and gas potential of Turkey

1. INTRODUCTION

Hydrocarbon seeps are vital evidence for the existence of a petroleum system in the areas where they are located. Hydrocarbon seeps are evaluated to be mainly tectonically or stratigraphically controlled occurrences (MacDonald, 2002). The seeps indicate a source rock or often a petroleum reservoir with a producible reserve. A hydrocarbon seep is an expression of the migration paths through which hydrocarbon flows by means of its ability to float from the petroleum reservoir or source rock (Williams, 2016; Witte and Schönicke, 2016; Etiope, 2015; Sobornov,

2015; Suresh et al., 2013; Connolly and Garcia, 2012; Huang et al., 2009; Abrams, 2005; Van der Meer et al., 2002; Khilyuk et al., 2000; Narimanov and Palaz, 1995; Clarke and Cleverly, 1991). The relationship between the hydrocarbon reservoirs and the seeps has been proved by multiple methods such as geochemical analyses and seismic measurements. Many giant oil and gas fields in North America, Europe, the Caspian Basin, Asia, and the Caribbean were discovered with oil wells drilled in the area close to the seeps (Etiope, 2015). One of the most critical parameters for the efficient exploration of hydrocarbon accumulations is to investigate the hydrocarbons seep in detail. In the respect of the discovery story of petroliferous basins of the world, oil and gas seeps are to give the first clues about the evidence for the presence of the oil and gas production basins/fields. The articles on the Zagros oil seeps of French geologist and archaeologist Jacques de Morgan (1857-1924) have triggered oil explorations in this region of the British (Sorkhabi, 2008). There are numerous studies showing the close relationship between oil and gas production basins/fields and hydrocarbon seeps (Link, 1952; Heylmun, 1964; Blakey, 1979; Jones and Drozd, 1983; Macgregor, 1993; Morrell, 1995; Khilyuk et al., 2000; James, 2000; Sassen et al., 2001; Kvenvolden and Cooper, 2003; Parnell et al., 2003; Granath and Casero, 2004; Escalona and Mann, 2006; Logan et al., 2008; Sokrhabi, 2008, 2009; Mazzini et al., 2009; Baquero et al., 2009; Huang et al., 2009; Caldarelli and Smith, 2011; Summons et al., 2013; ARI, 2013; Satyana, 2015; Witte and Schönicke, 2016). In Link (1952), Macgregor (1993), and Khilyuk et al. (2000)'s studies, the relationships between types of hydrocarbon seeps and geological, tectonics, and petroleum geology characteristics of oil and gas production basin/fields have been investigated in detail. Fig. 1 shows the relationship between hydrocarbon seeps and oil and gas production fields in the Middle East Region, Caspian Region, and Turkey. This study contains a review of the hydrocarbon seeps. Besides, the oil and gas potential of Turkey has been evaluated based on the hydrocarbon seeps as well.

2. HYDROCARBON SEEPS

Hydrocarbon seeps are the leakage of liquid or gaseous hydrocarbons coming from cracks and fractures of rocks in the subsurface to the surface. Leaks can be observed both on the earth's surface and on the seafloor. All oil and gas accumulations in the subsurface may generate hydrocarbon seeps on a micro or macro scale. These seeps may migrate vertically from the depth of thousands of meters to surface as active or passive. On onshore, they can be seen as liquid oil, solid asphalt leakages, impregnations into rock, and mud volcanoes (Fig. 2). Seafloor seeps can occur in a variety of forms and occurrences. They may have typical

morphological features in craters (pockmarks) as a result of gas and/or water outlets on the seafloor, small caves (piping) as a result of dissolution, etc. (Fig. 3). These seeps on seafloor and the earth's surface can be detected by satellites (Fig. 4). Some petroleum consulting companies have databases of oil and gas seeps in onshore and on seafloors around the world. The relationship between the hydrocarbon seeps detected on the surface and hydrocarbon accumulations in the subsurface can be simple or very complex (Figs. 5 and 6). Due to the seeps escaping along cracks and fractures around a reservoir, or when a reservoir is eroded, these seeps don't reach the extent to which the reservoir is depleted. Seeps start along small cracks and light products and gas separate from the seeps. Heavy components and bitumen form a new sealant (bituminous sand, etc.) in cracks/fractures or in their eroded reservoirs (Link, 1952; Macgregor, 1993; Khilyuk et al., 2000).

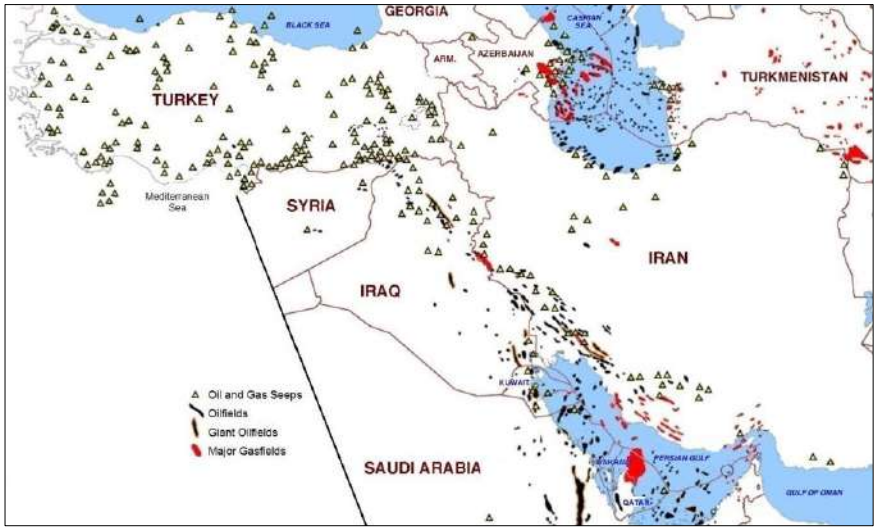


Fig. 1. The relationship between hydrocarbon seeps and oil and gas production fields in the Middle East Region, Caspian Region, and Turkey (Ozdemir, 2018)

3. HYDROCARBON SEEPS IN TURKEY

In many studies, hydrocarbon seeps in the onshore and offshore areas of Turkey have been cited. Geochemical characteristics of these seeps in some of these studies have been examined (Taşman, 1950; Egeran, 1952; Erentöz and Ternek, 1959; Kurtman and Akkus, 1971; Coates, 1994; Alsharhan and Nairn, 2003; Kvenvolden and Cooper, 2003; Büyükutku, 2003; Çifçi et al., 2003; Garcı´a-Garcı´a et al., 2004; Demirel, 2004; Kruglyakova et al., 2004; Connan et al. , 2006; Gürgey et al., 2007; Bozcu and Poisson, 2008; Lykousis et al., 2008; Hoşgörmez et al., 2008; Garcia-

Pineda et al., 2009; Çiftçi et al., 2010 Kavak et al. , 2010; Starostenko et al., 2010; Chevalier et al., 2011; Dondurur et al., 2011; Önen, 2012; Tryon et al., 2012; Kara-Gülbay et al., 2012; Sen, 2013; Crémière et al. et al., 2013; Suresh et al., 2013; Kara-Gülbay and Korkmaz, 2013; Çukur et al., 2013; Coşkun et al., 2016; D'Alessandro et al., 2017). In some studies, the oil and gas seeps in onshore Turkey have also been inspected in detail (Taşman, 1950; Egeran, 1952; Erentöz and Ternek, 1959; Akarsu, 1972; Kavak et al., 2010). The presence of hydrocarbon seeps is preliminary and important evidence of the formation of petroleum in the areas where they are present and the existence of a working petroleum system. In oil and gas exploration, seeps are one of the important indicators that should be examined by detailed geochemical analyses since they provide data regarding the availability of oil and/or gas in subsurface. Even though it has been benefited from seeps in hydrocarbon exploration in many parts of the world, any study has not been conducted yet in Turkey in this respect. The known studies are local and individual researches. However, in recent years, the presentations of some compilations have been started on this subject (Çoban, 2005).



Fig. 2. Views from the types of oil seep observed on the earth's surface

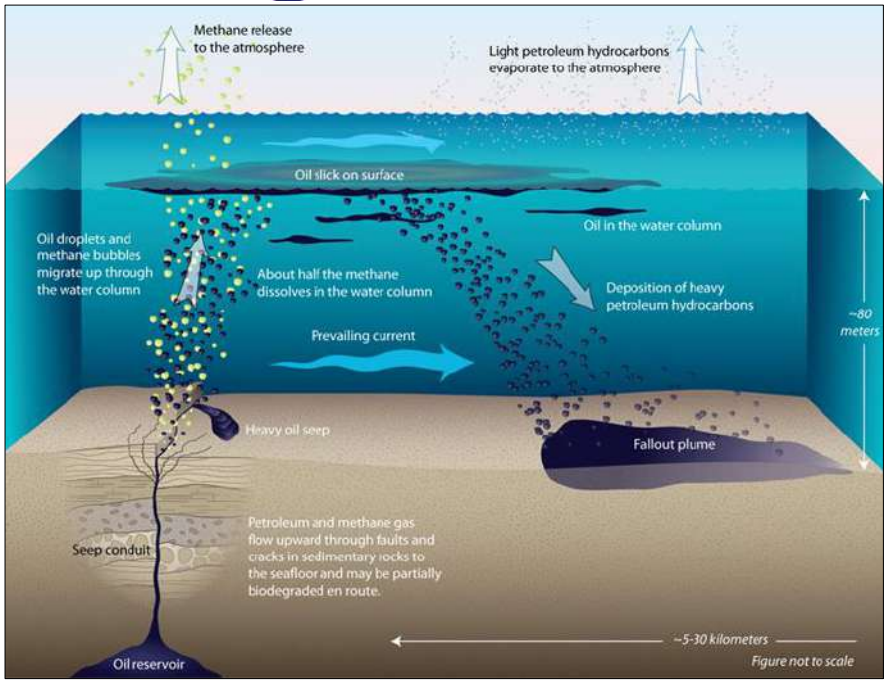


Fig. 3. Natural marine oil seeps (http://www.whoi.edu/oil/natural-oil-seeps)

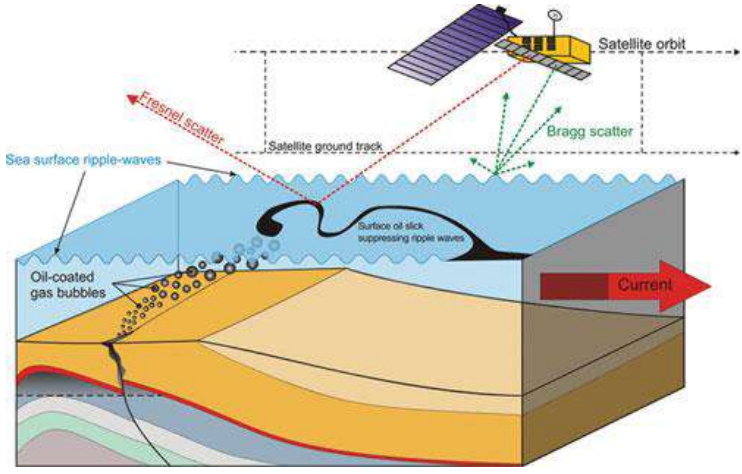


Fig. 4. Determination of hydrocarbon seeps on the seafloor by satellites (Williams, 2016)

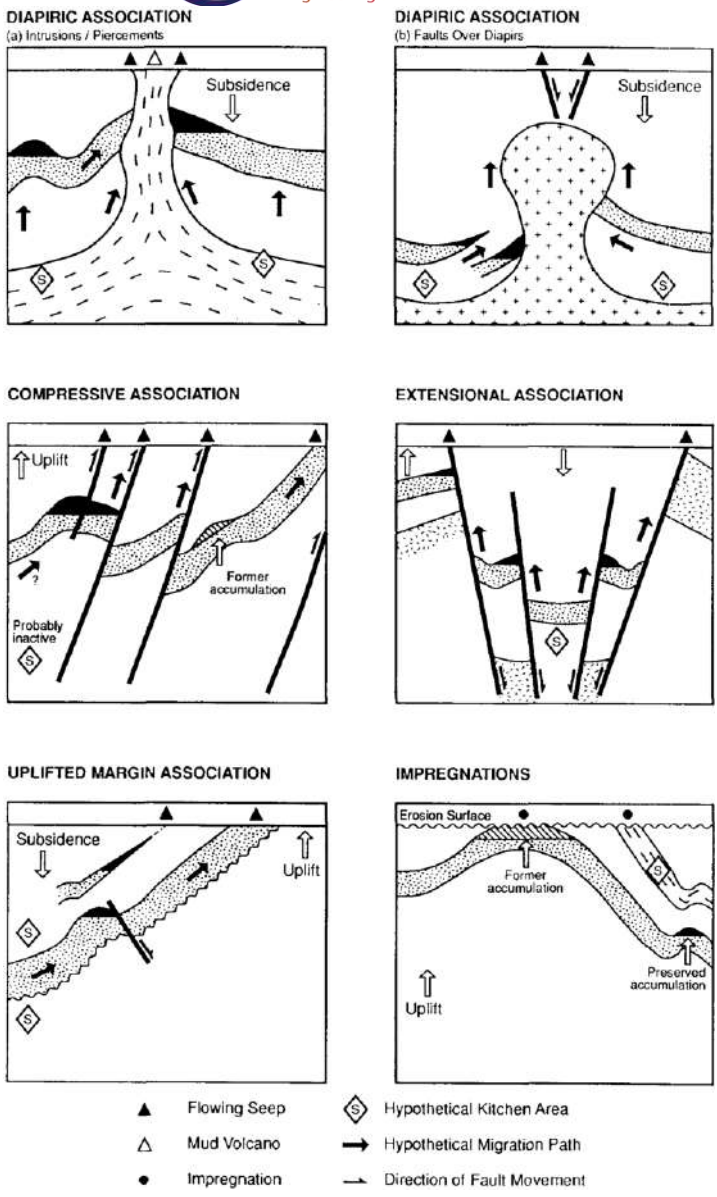


Fig. 5. Diagrammatic illustration of the main seep associations identified in this paper and of the subsurface origins proposed. Three main processes are believed to be a source of flowing seeps: vertical leakage from accumulations (common only in compressive and diapiric settings); remigration (common on uplifted margins); and focused secondary migration (common in diapiric and extensional settings). Impregnations result from the uplift and exposure of petroleum systems and are usually of less commercial significance (Macgregor, 1993)

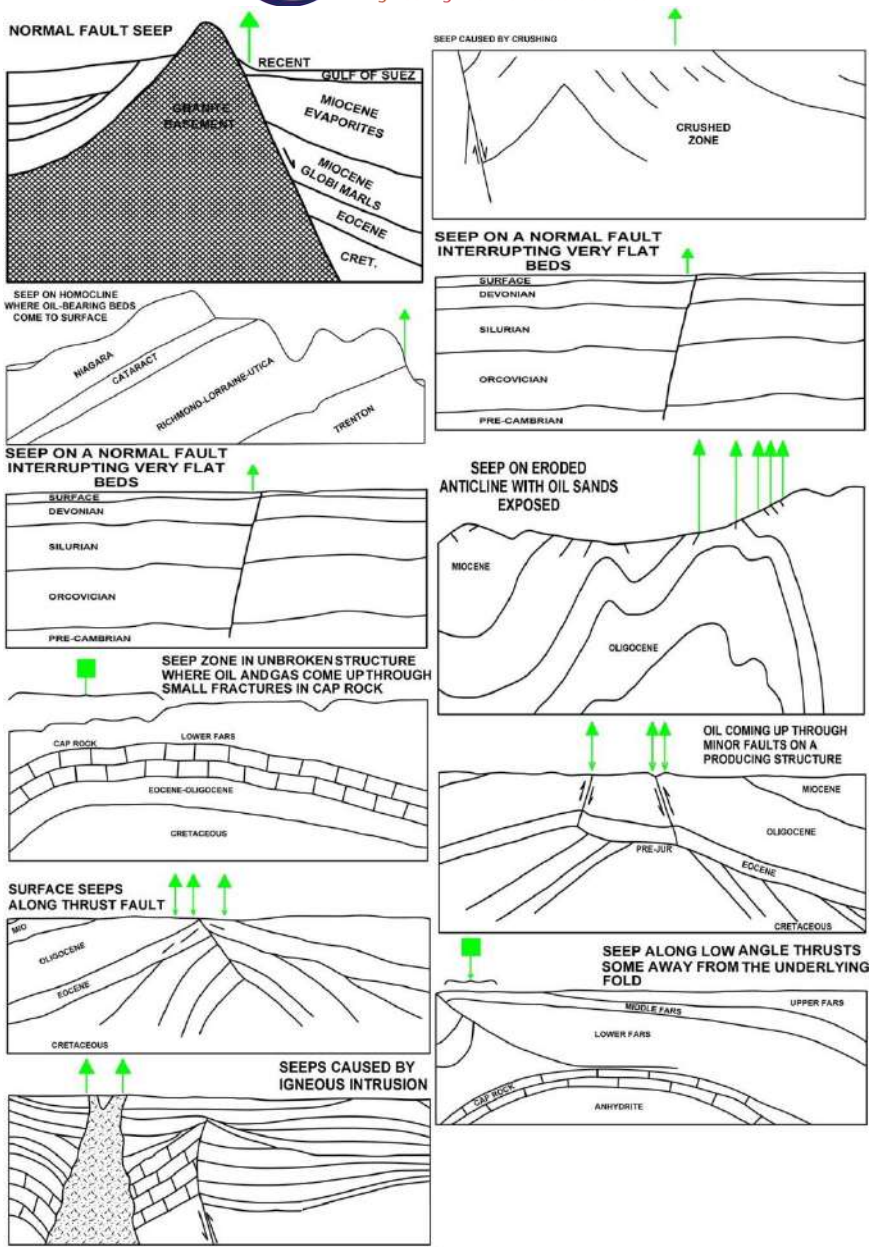


Fig. 6. Macro hydrocarbons seeped from hydrocarbon reservoirs in various geological structures. These hydrocarbon seeps are important evidence of the formation of oil in their areas and the existence of a working petroleum system (from Link, 1952 and Khilyuk et al., 2000). Hydrocarbon seeps are indicated by green arrows.

Taşman (1950) performed the first study related to this issue in Turkey. In this study, the location, geological age, and characteristics of the seeps were determined. Egeran (1952) studied the relationships between oil and gas seeps and tectonic structures in Turkey. Erentöz and Ternek (1959) prepared the petroleum map of Turkey and specified the locations of the petroleum seeps. In all studies, it has been stated that the determination of locations of oil and gas seeps in Turkey and the organic geochemical surveys based on the samples taken from them will significantly contribute to better understand the oil and gas potential of Turkey. In spite of the presence of significant studies associated with the source rock and petroleum potential in many regions of Turkey, any of the studies has not targeted these seeps and they have not found any correlation with their organic geochemical characteristics (Kavak et al., 2010). The samples taken from hydrocarbons (oil/bitumen) throughout Turkey (Kavak et al., 2010) and in Southeastern Anatolia Basin (Onen, 2012) have been evaluated in terms of organic geochemical surveys and their source rock correlations, occurrence, and migration mechanisms have been attempted to be revealed. Onen (2012) has conducted metal analyses of hydrocarbon seeps (oil and bitumen) in the Southeastern Anatolia Region.

Ozdemir (2018) has described the geological structure of Turkey as massive continental crust blocks that make up the center of the country surrounded by a variety of mobile orogenic belts. He has stated these mobile orogenic belts are the most important target areas for oil and gas exploration and prepared the map of the hydrocarbon seeps of Turkey (Fig. 7). He has also expressed that the major pathway of hydrocarbon seeps can be the complex fault systems along the crest of the thrust-and-fold belt (Fig. 8).

The age of the organic-rich rocks and hydrocarbons/oils can be directly determined by the Re-Os isotope system (Cohen, 2004; Marques, 2012; Stein and Hannah, 2014; Ozdemir and Palabiyik, 2019). It is important to determine the dating of hydrocarbon seeps by using Re-Os isotope geochemistry. Thus, it will also be possible to associate hydrocarbon seeps with the tectonic structures in the basin/region.

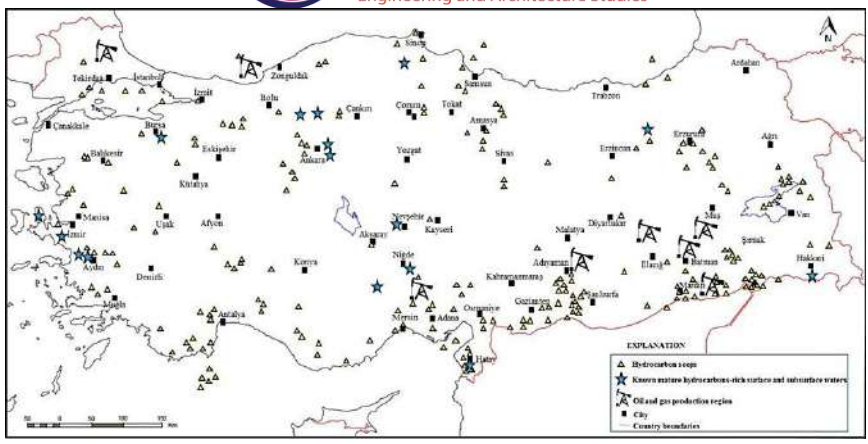


Fig.7. The known hydrocarbon seeps in Turkey (from Ozdemir, 2018)

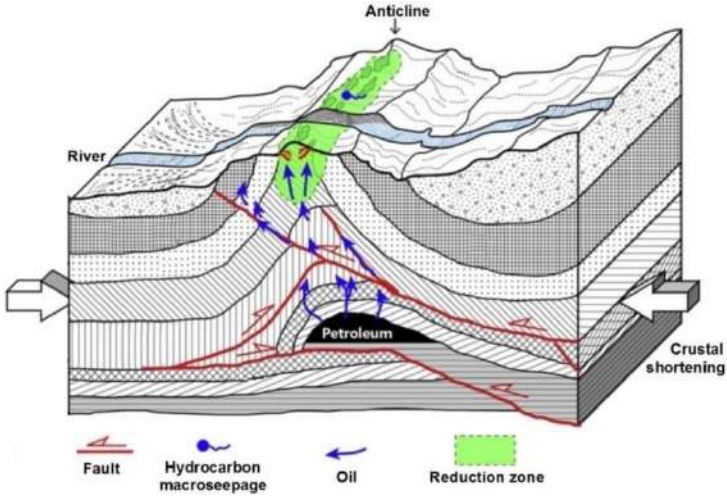


Fig. 8. Hydrocarbon seeps formed along a thrust-and-fold belt (from Ozdemir, 2018)

4. CONCLUSION

Due to seeps escaping along cracks and fractures around a reservoir, or when a reservoir is eroded, these seeps don't reach the extent to which the reservoir is depleted. The presence of hydrocarbon seeps is preliminary and important evidence of the formation of petroleum in the areas where they are available and the presence of a working petroleum system. In oil and gas exploration, seeps are one of the important clues that should be inspected by detailed geochemical analyses since they provide data related to the presence of oil and/or gas in subsurface. In Turkey where it has been

located in Alpine mobile belt of the Tethyan region, as a result of approximately 100-year exploration activities, in the areas outside of the Southeast Anatolia and Thrace Basins (as well as Bulgurdağ oilfield and Dörtyol gas field, but production of these fields are very low), any commercial/economic discovery could not be performed. However, there are numerous active or passive hydrocarbon seeps throughout the country. Furthermore, hydrocarbon seeps have been also found in many oil wells drilled throughout the country. As a consequence, numerous oil and gas seeps throughout the country show that Turkey, which is one of the most untouched countries of the world in terms of exploration activities, has a significant oil and gas potential.

REFERENCES

Alsharhan, A.S. and Nairn, A.E.M., 2003. Sedimentary Basins and Petroleum Geology of the Middle East. Elsevier, 843 p.

ARI (Advanced Resources International Inc.), 2013. Northern South America, EIA/ARI World Shale Gas and Shale Oil Resource Assessment, 19 p.

Baquero, M., Acosta, J., Kassabji, E., Zamora, J., Sousa, J.C., Rodríguez, J., Grobas, J., Melo, L. and Schneider, F., 2009. Polyphase development of the Falcón Basin in Northwestern, Venezuela: implications for oil generation. Geological Society, London, Special Publications, 328, 587-612

Blakey, R.C., 1979. Oil impregnated carbonate rocks of the Timpoweap Member Moenkopi Formation, Hurricane Cliffs Area, Utah and Arizona. Utah Geology, Vol. 6 No. 1, 45-54

Bozcu, A. and Poisson, A., 2008. Oil and gas occurrences in southwest Turkey. Energy Sources, Part A, 30, 954-962

Büyükutku, A.G., 2003. The reservoir potential of Miocene carbonate rocks in the Askale and Hınıs-Mus-Van Sub-Basins, East Anatolia, Turkey. Journal of Petroleum Geology, 26 (2), 175-188

Caldarelli, C. and Smith, D., 2011. Hydrocarbon systems in the onshore and offshore sicilian fold and thrust belt: new constraints from geochemical data. AAPG International Conference and Exhibition, Milan, Italy, October 23-26, www.searchanddiscovery.com/pdfz/documents/2012/30202caldarelli/ndx_caldarelli.pdf.html

Chevalier, N., Bouloubassi, I., Birgel, D., Crémière, A., Taphanel, M.H. and Pierre, C., 2011. Authigenic carbonates at cold seeps in the Marmara Sea (Turkey): A lipid biomarker and stable carbon and oxygen isotope investigation. Marine Geology, 288, 112-121

Cohen, A.S., 2004. The rhenium-osmium isotope system: applications to geochronological and paleoenvironmental problems. J. Geol. Soc. London, 161, 729-734

Connan, J., Kavak, O., Akin, E., Yalçın, M.N., Imbus, K. and Zumberge, J., 2006. Identification and origin of bitumen in Neolithic artefacts from Demirköy Höyük (8100 BC): Comparison with oil seeps and crude oils from southeastern Turkey. Organic Geochemistry, 37, 1752-1767

Coşkun, B., 1994. Oil possibilities of duplex structures in the Amik - Reyhanlı basin, SE Turkey. Journal of Petroleum Geology, 17(4), 461-472

Coşkun, S., Dondurur, D., Çifçi, Aydemir, A. and Drahor, M.G., 2016. Natural and anthropogenic submarine morphologies revealed by high resolution acoustic data in the Gulf of Izmir, western Turkey. Marine and Petroleum Geology, 71, 211-224

Crémière, A., Bayon, G., Ponzevera, E. and Pierre, C., 2013. Paleo-environmental controls on cold seep carbonate authigenesis in the Sea of Marmara. Earth and Planetary Science Letters, 376, 200-211

Çifçi, G., Dondurur, D. and Ergün, M., 2003. Deep and shallow structures of large pockmarks in the Turkish shelf, Eastern Black Sea. Geo-Mar Lett, 23, 311-322

Çiftçi, B., Temel, R.O. and Iztan, H.Y.., 2010. Hydrocarbon occurrences in the western Anatolian (Aegean) grabens, Turkey: Is there a working petroleum system ?. AAPG Bulletin, 94, 12, 1827-1857

Çukur, D., Krastel, S., Tomonaga, Y., Çağatay, M.N. and Meydan, A.F., 2013. Seismic evidence of shallow gas from Lake Van, eastern Turkey. Marine and Petroleum Geology, 48, 341-353

D'Alessandro, W., Yüce, G., Italiano, F., Bellomo, S., Gülbay, A.H., Yasin, D.U. and Gagliano, A.L., 2017. Large compositional differences in the gases released from the Kizildag ophiolitic body (Turkey): Evidences of prevailingly abiogenic origin, Marine and Petroleum Geology, doi: 10.1016/j.marpetgeo.2016.12.017

Demirel, I.H., 2004. Petroleum systems in the eastern and central Taurus region, Turkey. Marine and Petroleum

Dondurur, D., Çifçi, G., Drahor, M.G. and Coşkun, S., 2011. Acoustic evidence of shallow gas accumulations and active pockmarks in the Izmir Gulf, Aegean Sea. Marine and Petroleum Geology, 28,1505-1516

Egeran, N., 1952. Relations between tectonic units and oilfields in Turkey. Bulletin of Min. Res. Exp., 42-43, 110-114

Erentöz, C. and Ternek, Z., 1959. Oil possibilities in the sedimentary basins of Turkey. Bulletin of Min. Res. Exp., 53, 21-38

Escalona, A. ve Mann, P., 2006. An overview of the petroleum system of Maracaibo Basin. AAPG Bulletin, v. 90, no. 4, 657-678

Etiope, G., 2015. Natural Gas Seepage: The Earth's Hydrocarbon Degassing. Elsevier, 199 p.

Garcia-Pineda, O., Zimmer, B., Howard, M., Pichel, W., Li, X., and MacDonald, I., 2009. Using SAR images to delineate ocean oil slicks with a texture-classifying neural network algorithm (TCNNA), Can. J. Remote Sens.,35 (5), 411-421

Garcı´a-Garcı´a, A., Orange, D.L., Maher, N.M., Heffernan, A.S., Fortier, G.S. and Malone, A., 2004. Geophysical evidence for gas geohazards of Iskenderun Bay, SE Turkey. Marine and Petroleum Geology, 21, 1255-1264

Granath, J. W., and P. Casero, 2004. Tectonic setting of the petroleum systems of Sicily. in R. Swennen, F. Roure, and J. W. Granath, eds., Deformation, Fluid Flow and Reservoir Appraisal in Foreland Fold and Thrust Belts: AAPG Hedberg Series, no. 1, p. 391-411

Gürgey, K., Simoneit, B.R.T., Batı, Z., Karamanderesi, İ.H. and Varol, B., 2007. Origin of petroliferous bitumen from the Büyük Menderes-Gediz geothermal graben system, Denizli-Sarayköy, western Turkey. Applied Geochemistry, 22, 1393-1415

Heylmun, E.B., 1964. Shallow Oil and Gas Possibilities in East And South-Central Utah. Utah Geological and Mineralogical Survey, Special Studies 8, 39 p.

Hoşgörmez, H., Etiope, G. and Yalçın, M.N., 2008. New evidence for a mixed inorganic and organic origin of the Olympic Chimaera fire (Turkey): a large onshore seepage of abiogenic gas. Geofluids, 8, 263-273

Huang, B., Xiao, X., Li, X. and Cai, D., 2009. Spatial distribution and geochemistry of the nearshore gas seepages and their implications to natural gas migration in the Yinggehai Basin, offshore South China Sea. Marine and Petroleum Geology, 26, 928-935

James, K.H., 2000. The Venezuelan hydrocarbon habitat, Part 1: Tectonics, structure, paleogeography and source rocks. Journal of Petroleum Geology, 23 (1), 5-53

Jones, V.T. and Drozd, R.J., 1983. Prediction of oil or gas potential by near-surface geochemistry. AAPG Bulletin, 67, 932-952

Kara-Gülbay, R. and Korkmaz, S., 2013. Organic geochemistry of the asphaltite occurrences in the Gümüşhacıköy (Amasya) Area, Northern Turkey. Fuel, 107, 74-83

Kara-Gülbay, Kırmacı, M.Z., and Korkmaz, S., 2012. Organic geochemistry and depositional environment of the Aptian bituminous limestone in the Kale Gümüşhane area (NE-Turkey): An example of lacustrine deposits on the platform carbonate sequence. Organic Geochemistry, 49, 6-17

Kavak, O., Erik., N., and Connan, J., 2010. Geochemical Evaluation of Oil Seeps in Turkey. TÜBİTAK ÇAYDAĞ Project No. 107Y201. 168 p. (https://trdizin.gov.tr/publication/show/pdf/project/TVRFeE1ETXo=) (in Turkish)

Khilyuk, L.F., Chilingar, G.V., Robertson, J.O., and Endres, B., 2000. Gas Migration - Events Preceding Earthquakes. Gulf Publishing Company, 389 p.

Kruglyakova, R. P., Byakov, Y.A., Kruglyakova, M.V., Chalenko, L.A., and Shevtsova, N.T., 2004. Natural oil and gas seeps on the Black Sea floor. Geo-Mar. Lett., 24, 150-162

Kurtman, F. and Akkuş, M.F., 1971. Inter-mountain basins in Eastern Anatolia and their oil possibilities. Bulletin of Min. Res. Exp., 77, 1-9

Kvenvolden, K.A. and Cooper, C.K., 2003. Natural seepage of crude oil into the marine environment. Geo-Mar. Lett, 23, 140-146

Link, W.K., 1952. Significance of oil and gas seeps in world oil exploration. AAPG Bulletin, 36, 1505-1541

Logan, G.A., Jones, A.T., Ryan, G.J., Wettle, M., Thankappan, M., Groesjean, E., Rollet, N. and Kennard, J.M., 2008. Review of Australian Offshore Natural Hydrocarbon Seepage Studies. Geoscience Australia Record: 2008/17, 235 p.

Lykousis, V., Alexandri, S., Woodside, J., de Lange, G., Da¨hlmann, A., Perissoratis, C., Heeschen, K., Ioakim, Chr., Sakellariou, D., Nomikou, P., Rousakis, G., Casas, D., Ballas, D. and Ercilla, G., 2008. Mud volcanoes and gas hydrates in the Anaximander mountains (Eastern Mediterranean Sea). Marine and Petroleum Geology. doi:10.1016/j.marpetgeo.2008.05.002

Macgregor, D.S., 1993. Relationships between seepage, tectonics and subsurface petroleum reserves. Marine and Petroleum Geology, 10, 606-619

MacDonald, I.R., 2002. Spatial and temporal patterns in seep communities. In: Macdonald I.R. (ed) Stability and Change in Gulf of Mexico Chemosynthetic Communities. US Dept Interior, Minerals Management Service, New Orleans, Louisiana. OCS Study MMS 2002-036, Vol: II, Tech Rep, 7.1-7.43

Mann, P., Gahagan, L. and Gordon, M.B., 2003. Tectonic setting of the world's giant oil and gas fields, in M. T. Halbouty, ed., Giant oil and gas fields of the decade 1990-1999, AAPG Memoir 78, 15-105

Marques, J.C., 2012. Overview on the Re-Os isotopic method and its application on ore deposits and organic-rich rocks. Geochimica Brasiliensis, Ouro Preto, 26(1), 49-66

Mazzini, M., Svensen, H., Planke, S., Guliyev, I., Akhmanov, G.G., Fallik, T., and Banks. D., 2009. When mud volcanoes sleep: Insight from seep

geochemistry at the Dashgil mud volcano, Azerbaijan, Marine and Petroleum Geology, 26,1704-1715

Morrell, R.G. (ed.)., 1995. Petroleum Exploration in Northern Canada : A Guide to Oil and Gas Exploration and Potential. Northern Oil and Gas Directorate Indian and Northern Affairs Canada. 110 p.

Onen, K., 2012. Interpretation of geochemical analysis methods applied to hydrocarbon seeps (oil, bitumen) and metal analyses of hydrocarbons seeps in the Southeastern Anatolia, Dicle University, MSc Thesis, 177 p. (in Turkish)

Ozdemir, A. and Palabiyik, Y., 2019. Use of Rhenium-Osmium (Re-Os) isotope for direct dating of organic-rich rocks and hydrocarbons/oils in petroleum geology: A review. ISPEC 4th International Conference on Engineering & Natural Sciences, October 18-20, Ankara, 46-59

Ozdemir A., 2018. Türkiye'nin iyotça zengin suları ve kara alanlarının petrol ve doğalgaz potansiyeli *(Iodine-rich waters of Turkey and oil & gas potential of the onshore)*. Journal of Sustainable Engineering Applications and Technological Developments, 1(2), 103-150 (English full-text: https://www.researchgate.net/profile/Adil_Oezdemir)

Parnell, J., Baron, M., Mann, P. and Carey, P., 2003. Oil migration and bitumen formation in a hydrothermal system, Cuba. Journal of Geochemical Exploration, 78-79, 409-415

Sassen, R., Sweet, S.T., Milkov, A.V., DeFreitas, D.A. and Kennicutt II, M.C., 2001. Thermogenic vent gas and gas hydrate in the Gulf of Mexico slope: Is gas hydrate decomposition significant ?. Geology, 29, 2, 107-110

Satyana, A.H., 2015. Subvolcanic hydrocarbon prospectivity of Java: Opportunities and challenges. Proceedings, Indonesian Petroleum Association. Thirty-Ninth Annual Convention & Exhibition, May 2015. IPA15-G-105

Sorkhabi, R., 2009. Oil from Babylon to Iraq. Geoexpro, Vol. 6, No. 2

Sorkhabi, R., 2008. The Centenary of the first oil well in the Middle East. Geoexpro, Vol. 5, No. 5

Starostenko, V.I., Rusakov, O.M., Shnyukov, E.F., Kobolev, V.P. and Kutas, R.I., 2010. Methane in the northern Black Sea: characterization of its geomorphological and geological environments. Sosson, M., Kaymakci, N., Stephenson, R. A., Bergerat, F. & Starostenko, V. (eds) Sedimentary Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform. Geological Society, London, Special Publications, 340, 57- 75

Stein, H. and Hannah, J., 2014. Rhenium-Osmium Geochronology: Sulfides, Shales, Oils, and Mantle. Encyclopedia of Scientific Dating Methods. 1-25, DOI 10.1007/978-94-007-6326-5_36-1

Summons, R.E., Rocher, D., Zumberge, J.E. and Al-Ameri, T.K., 2013. A geochemical approach to defining the active petroleum systems of the Zagros fold belt in northern Iraq. Hydrocarbon Exploration in the Zagros Mountains of Iraqi Kurdistan and Iran, 18-19

Suresh, G., Heygster, G., Bohrmann, G., Melsheimer, C. and Körber, J., 2013. An automatic detection system for natural oil seep origin estimation in SAR images. IGARSS 2013, DOI: 10.1109/IGARSS.2013.6723600

Şen, Ş., 2013. New evidences for the formation of and for petroleum exploration in the fold-thrust zones of the central Black Sea Basin of Turkey. AAPG Bulletin, 97(3), 465-485

Taşman, E.C., 1950. Stratigraphic distribution of bituminous formations in Turkey. Bulletin of Min. Res. Exp., 40, 41-50

Tryon, M.D., Henry, P. and Hilton, D.R., 2012. Quantifying submarine fluid seep activity along the North Anatolian Fault Zone in the Sea of Marmara. Marine Geology, 315-318, 15-28

GEOSCIENCES ENGINEERING
YER BİLİMLERİ MÜHENDİSLİĞİ

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

SINDIRGI İLE BİGADİÇ (BALIKESİR) ARASINDA KALAN FAYLARIN YAŞI

Erdem Gündoğdu[1] & Süha Özden[2]

[1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çan Meslek Yüksekokulu, Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü (erdem@comu.edu.tr)
[2]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü (ozden@comu.edu.tr)

Öz: Batı Anadolu; bünyesinde birçok aktif tektonik unsuru barındırmakta olup Türkiye Diri Fay Haritası'nda bu alanda birçok aktif fay tanımlanmıştır. Tanımlanan aktif fayların yanı sıra, aktivitesi kuşkulu olan faylar da yer almaktadır. Çalışma alanında yer alan ve Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu'nun en kuzeybatı segmentini oluşturan Osmanlar Fayı (Osmanlar Segmenti), Türkiye Diri Fay Haritası'nda, aktivitesi bilinen Holosen Fayı olarak tanımlanmıştır. Bu fayın kuzeyinde yer alan Düvertepe Fay Zonu ise, yine Türkiye Diri Fay Haritası'nda, Holosen'deki etkinliği şüpheli olan Kuvaterner Fayı olarak tanımlanmıştır.
Bu çalışmada, Osmanlar Fayı ile Düvertepe Fay Zonu'na ait fay düzlemlerinden alınan birer adet numune tarihlendirilmiştir. Kayaçları ve fay düzlemlerini tarihlendirmede kullanılan çeşitli yöntemler (K/Ar, Ar/Ar, Rb/Sr, Sm/Nd, U/Th/Pb, Fisson Track) bulunsa da; bu çalışmada kısa yarı ömürlü olmalarından dolayı nispeten genç kayaçlarda uygulanan K/Ar yöntemi tercih edilmiştir. Tüm kaya tarihlendirme tekniği ile tarihlendirilen bu numunelerin analizi; Kanada'da bulunan "Geochronex/ Analytical Services and Consulting" firmasına yaptırılmıştır.
Tarihlendirme sonuçlarına göre, Osmanlar Fayı üzerinden, tarihlendirme amaçlı alınan numunenin yaşı 24.5±0.7 milyon yıl; Düvertepe Fay Zonu'ndan alınan numunenin yaşı ise, 25.5±0.7 milyon yıl olarak bulunmuştur. Bulunan bu yaş verilerinin, fayın yaşlı tektonik rejimine ait bir düzlemi temsil ettiği; dolayısıyla tektonik rejim değişikliğinin Üst Oligosen/Şattiyen ile Pleyistosen arasında bir zaman diliminde (muhtemelen Pliyosen veya Miyosen) gerçekleştiği söylenebilir.
Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir. Proje Numaraları: FHD-2016-982 ve FBA-2016-809.

Anahtar Kelimeler: Osmanlar Fayı, Düvertepe Fay Zonu, Holosen Fayı, Kuvaterner Fayı, K/Ar tarihlendirmesi

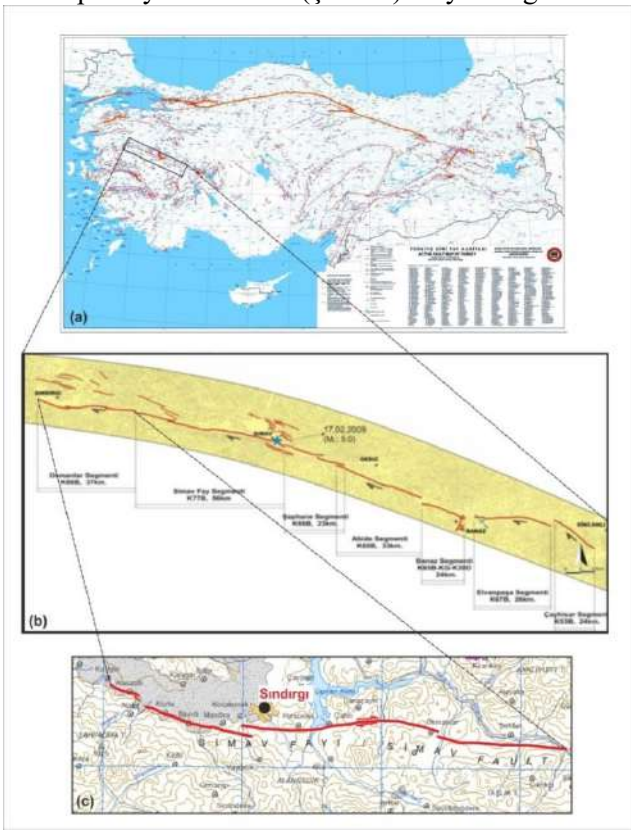
1.GİRİŞ

Bir bölgenin jeolojik ve / veya tektonik unsurlarının arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi ve bölgenin jeodinamik evriminin anlaşılabilmesi için, o bölgenin jeolojik yapısını oluşturan unsurların arasındaki kronolojik

ilişkinin bilmesi gerekir. Bu kronolojik ilişki de, bölgedeki jeolojik ve / veya tektonik unsurların yaşının bilinmesi ile mümkün olmaktadır.

Batı Anadolu; başta GB Akdeniz (Türkiye, Yunanistan ve Ege Denizi) olmak üzere, büyük ölçekli genişleme alanlarının, Miyosen sonrasındaki (özellikle Kuvaterner döneminde) evriminin anlaşılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Seyitoğlu ve Işık, 2006)

Çalışma alanı; Batı Anadolu'nun önemli tektonik yapılarından olan; Simav Fayı'nı da bünyesinde barındıran, Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu'nun en KB segmenti olan, Osmanlar Segmenti (Şekil 1) ile bu fayın kuzeyinde yer alan Düvertepe Fay Zonu'ndan (Şekil 2) meydana gelmektedir.

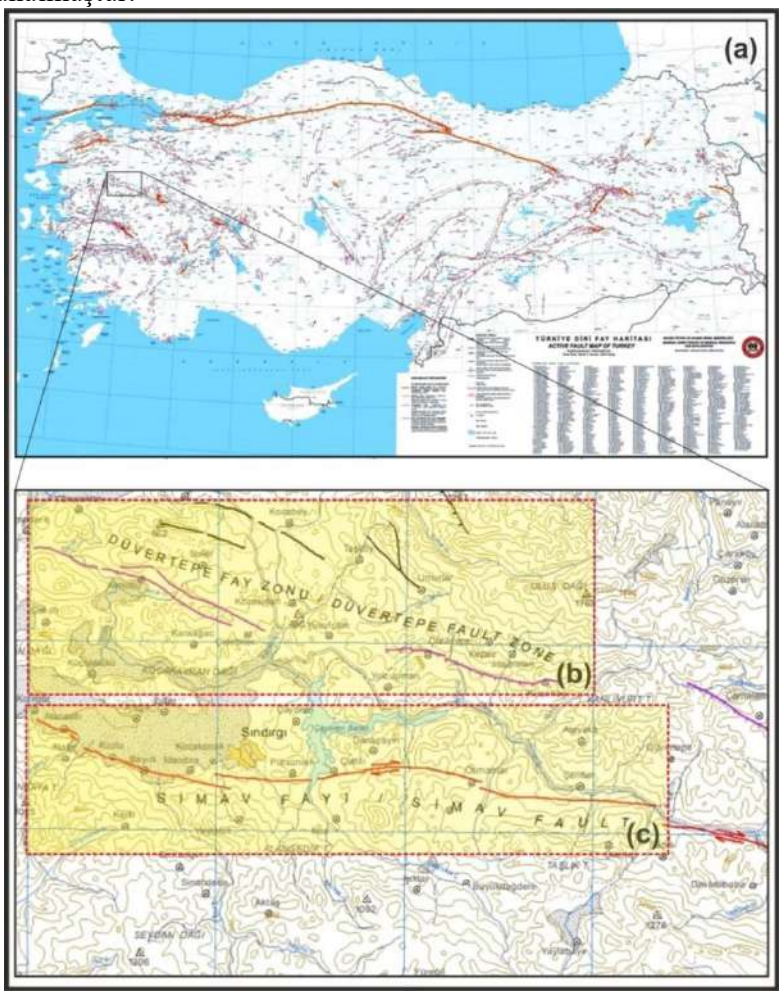


Şekil 1. *Çalışma alanının yer bulduru haritası* ***(a)*** *Yenilenmiş Türkiye Diri Fay Haritası (Emre ve diğ., 2013),* ***(b)*** *Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu'nu meydana getiren segmentler (Emre ve Duman, 2011)* ***(c)*** *Çalışma alanının konumu (Emre ve diğ., 2011a)*

Literatürde, Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu'nun en batı segmentini oluşturan Osmanlar Fayı (Osmanlar Segmenti), aktivitesi bilinen Holosen Fayı olarak tanımlanmıştır. Yani, Holosen'de (son 11.000 yıl içerisinde) yüzey faylanması oluşturan fay olarak değerlendirilmiştir.

Bu fayın kuzeyinde yer alan Düvertepe Fay Zonu ise, Holosen'deki etkinliği şüpheli olan Kuvaterner Fayı olarak tanımlanmıştır. Yani Pleyistosen'de (son 1.600.000 yıl içerisinde) yüzey faylanması oluşturan, ancak Holosen etkinliği kuşkulu olan bir fay olarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışma ile sözü edilen bu faylara ait fay düzlemlerinden alınan numuneler tarihlendirilerek, bu fayların yaşı hakkında yaklaşımlarda bulunulmuştur.



Şekil 2. ***(a)*** *Türkiye Diri Fay Haritası üzerinde çalışma alanının konumu (Emre ve diğ, 2013)* ***(b)*** *Düvertepe Fay Zonu (Emre ve diğ., 2011a),* ***(c)*** *Osmanlar Segmenti (Emre ve diğ., 2011a)*

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Kayaçları ve fay düzlemlerini tarihlendirmede kullanılan çeşitli yöntemler (K/Ar, Ar/Ar, Rb/Sr, Sm/Nd, U/Th/Pb, Fisson Track) mevcuttur.

Genellikle kısa yarı ömürlü olmalarından dolayı genç kayaçlarda günümüzde K/Ar ve Ar/Ar yöntemleri tercih edilmektedir. Manto bölgesinde oranlarının düşük olması ancak kabukta zenginleştiği için genellikle asidik kayaçları yaşlandırmada ise Rb-Sr yöntemi kullanmaktadır.

Potasyum (^{40}K), yer kabuğu ve volkanik kökenli minerallerin içerisinde en çok bulunan elementlerin başında gelmektedir ve yarı ömrünün uzun olması sebebiyle yerbilimleri çalışmalarında günümüzde sıkça kullanılmaktadır. Potasyum-40 (^{40}K) radyoaktif izotopunun; Argon-40'a (^{40}Ar) bozunmasına dayanan Potasyum-Argon tarihlendirme ($^{40}K/^{40}Ar$) yönteminin temelinde, potasyumun üç farklı izotop şekli bulunmaktadır. Bunlar, (a) potasyumun % 92,23'ünü oluşturan ^{39}K kararlı izotopu, (b) potasyumun % 6,23'ünü oluşturan ^{41}K kararlı izotopu ve (c) potasyumun % 0,00118'ünü oluşturan ^{40}K kararsız (radyoaktif) izotopudur (Twyman, 2007; Öztürk, 2016).

Bu çalışmada, Osmanlar Fayı ile Düvertepe Fay Zonu'na ait fay düzlemlerinden birer adet numune; tüm kaya yaşlandırmasıyla (whole rock), K/Ar yöntemi ile tarihlendirilmiştir. Bu tarihlendirme çalışmaları; Kanada'da bulunan "Geochronex/Analytical Services and Consulting" firmasına yaptırılmıştır.

3. BULGULAR

Batı Anadolu'nun önemli tektonik yapılarından olan Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu; toplam 7 segmentten meydana gelmektedir ve bu segmentler sırasıyla doğudan batıya doğru, Osmanlar, Simav, Şaphane, Abide, Banaz, Elvanpaşa ve Çayhisar segmentleridir (Doğan ve Emre, 2006). Çalışma alanı, Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu'nun en KB segmenti olan, Osmanlar Segmenti (Şekil 1) ile bu fayın kuzeyinde yer alan Düvertepe Fay Zonu'ndan (Şekil 2) meydana gelmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda, Simav Segmenti'nin (Simav Fayı) doğrultu atım karakterini gösterdiği dönemi temsil eden fay düzlemlerinden alınan numunelerin tarihlendirme çalışmaları sonuçlarına göre bu fayın başlangıç yaşı 25.3±0.8Ma-19.8±0.5Ma aralığında olduğu belirtilmiştir (Gündoğdu ve diğ., 2015).

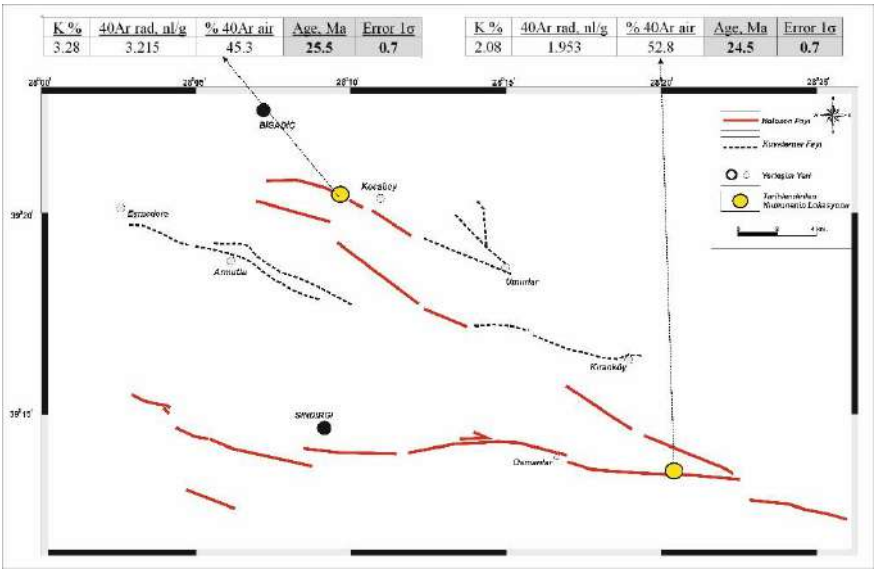
Düvertepe Fayı'nın yaşını belirlemeye yönelik tarihlendirme çalışmasında; Düvertepe Fayı üzerindeki bir fay düzleminden (Şekil 3) alınan numuneden yapılan K/Ar yöntemiyle tarihlendirmesi sonucunda; fayın yaşı 25.5±0.7 Ma (Üst Oligosen/Şattiyen) olarak saptanmıştır (Tablo 1).

Osmanlar Fayı'nın yaşını belirlemeye yönelik tarihlendirme çalışmasında; Düvertepe Fayı üzerindeki bir fay düzleminden (Şekil 3) alınan numuneden yapılan K/Ar yöntemiyle tarihlendirmesi sonucunda; fayın yaşı 24.5±0.7 Ma (Üst Oligosen/Şattiyen) olarak saptanmıştır (Tablo 1).

Bulunan bu yaş verilerinin, fayın yaşlı tektonik rejimine ait bir düzlemi temsil ettiği; dolayısıyla tektonik rejim değişikliğinin Üst Oligosen/Şattiyen ile Pleyistosen arasında bir zaman diliminde (muhtemelen Pliyosen veya Miyosen) gerçekleştiği söylenebilir.

Tablo 1. *Tarihlendirilmesi yapılan fay düzlemlerinden alınan numunelerin, koordinatları ve analiz sonuçları*

	Osmanlar Segmenti	**Düvertepe Fay Zonu**
Boylam	35S 0616982	35S 0601218
Enlem	4344048	4356744
K%	2.08	3.28
40Ar rad, nl/g	1.953	3.215
%40 Ar air	52.8	45.3
Yaş	24.5 Ma	25.5 Ma
Hata	0.7 Ma	0.7 Ma



Şekil 3. *Çalışma sahasındaki faylar ve tarihlendirilen numunelerin lokasyonları ile analiz sonuçları (Fay haritası, Emre ve diğ., 2011a'dan revize edilerek alınmıştır).*

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Batı Anadolu'nun önemli tektonik yapılarından olan; Simav Fayı'nı da bünyesinde barındıran, Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu'nun en KB segmenti olan, Osmanlar Segmenti ile bu fayın kuzeyinde yer alan Düvertepe Fay Zonu'ndan alınan numuneler ile söz edilen fayların tarihlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, Osmanlar Segmenti ile Düvertepe Fay Zonu'na ait fay düzlemlerinden birer adet numune; tüm kaya yaşlandırmasıyla (whole rock), K/Ar yöntemi ile tarihlendirilmiştir. Tarihlendirme analizi; Kanada'da bulunan "Geochronex/Analytical Services and Consulting" firmasına yaptırılmıştır.

Literatürde, Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu'nun en batı segmentini oluşturan Osmanlar Fayı (Osmanlar Segmenti), aktivitesi bilinen Holosen Fayı olarak tanımlanmıştır. Yani, Holosen'de (son 11.000 yıl içerisinde) yüzey faylanması oluşturan fay olarak değerlendirilmiştir.

Bu fayın kuzeyinde yer alan Düvertepe Fay Zonu ise, Holosen'deki etkinliği şüpheli olan Kuvaterner Fayı olarak tanımlanmıştır. Yani Pleyistosen'de (son 1.600.000 yıl içerisinde) yüzey faylanması oluşturan, ancak Holosen etkinliği kuşkulu olan bir fay olarak değerlendirilmiştir.

Osmanlar Fayı'na ait bir fay düzleminden alınan numunenin yaşı 24.5±0.7 Ma; Düvertepe Fay Zonu'na ait bir fay düzleminden alınan numunenin yaşı ise 25.5±0.7 Ma olarak bulunmuştur. Her ne kadar bulunan yaş verilerine göre, Osmanlar Fayı'nın Düvertepe Fay Zonu'ndan daha genç olduğu görülse de, çalışmanın doğruluğunu arttırmak için daha fazla sayıda numunenin tarihlendirilmesi ve Ar/Ar ile Rb/Sr gibi farklı tarihlendirme metotlarının da kullanılması gerekir.

5. TEŞEKKÜR VE KATKI BELİRTME

Bu çalışma, FHD-2016-982 ve FBA-2016-809 numaralı ÇOMÜ-BAP projeleri ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

Doğan, A. ve Emre, Ö., 2006. Ege Graben Sistemi'nin Kuzey Sınırı: Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 20-24 Mart 2006, Bildiri Özleri Kitabı, s. 83-84, Ankara.

Emre, Ö. ve Duman, T. Y. 2011. "19 Mayıs 2011 Simav (Kütahya) Depremi Ön Değerlendirmesi Raporu", MTA Jeoloji Etütleri Dairesi Yer Dinamikler Araştırma ve Değerlendirme Koordinatörlüğü Aktif Tektonik Araştırmaları Birimi.

Emre Ö., Doğan A., Özalp, S., 2011a. "Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, 1:250.000 Ölçekli Balıkesir (NJ 35-3) Paftası, Seri No:4", Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara-Türkiye.

Emre Ö., Özalp S., Duman T.Y, 2011b. "Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, 1:250.000 Ölçekli Uşak (NJ 35-8) Paftası, Seri No:11", Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara-Türkiye.

Emre Ö., Duman T.Y., Özalp S.2011c. "Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, 1:250.000 Ölçekli Kütahya (NJ 35-4) Paftası, Seri No:10", Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara-Türkiye.

Emre Ö., Duman T.Y., Özalp S., Olgun Ş., Elmacı H., 2011d. "Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, 1:250.000 Ölçekli Afyon (NJ 36-5) Paftası, Seri No:16", Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara-Türkiye

Emre Ö., Duman T.Y., Özalp S., Elmacı H., Olgun Ş., Şaroğlu, F., 2013. 1/1.250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Özel Yayınlar Serisi, Ankara, Türkiye.

Gündoğdu E., Özden S., Güngör T., 2015. Simav (Kütahya) ve Yakın Civarının Geç Senozoyik Yaşlı Jeodinamik Evrimi, Türkiye Jeoloji Bülteni, cilt.58, no.1, ss.23-37.

Gündoğdu, E., Özden S. ve Bekler, T., 2017. Düvertepe Fay Zonu'nun Yaşı, Kinematiği ve Sismotektoniği. ÇOMÜ - BAP Projesi. FHD-2016-982. 26 s.

Gündoğdu, E., Özden S. ve Bekler, T., 2018. Osmanlar Fayının (Balıkesir) Yaşı, Kinematiği ve Sismotektoniği. ÇOMÜ - BAP Projesi. FBA-2016-809. 24 s.

Öztürk Z. M., 2016. Fiziki coğrafya'da araştırma yöntem ve teknikler. 7. Bölüm. Kuvaterner Araştırmalarında Kullanılan Başlıca Radyometrik Tarihlendirme Yöntemleri. Pegem Akademi Yayınları. s 164-184.

Twyman R.M., 2007. K/Ar and Ar/Ar dating. S.A. Elias (Yay. Haz.) Encyclopedia of Quaternary Science s.51313-1317. Elsevier.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

KARAKÖY MAHALLESİ'NİN (MUSTAFAKEMALPAŞA / BURSA) 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE JEOLOJİK VE JEOTEKNİK AÇIDAN İNCELENMESİ

İbrahim Buzkan[1] & Büşra Sarıcı Terzioğlu[2+]

[1]Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Z. B. E. Ü., Zonguldak, Türkiye
[2]Arson Mühendislik, Bursa, Türkiye
[*]Corresponding author: buzkan_ibrahim@yahoo.com
[+]Sözlü sunum yaoan: busrasarici@hotmail.com

Öz: Bu çalışmada; Bursa İli, Mustafakemalpaşa İlçesi, Karaköy Mahallesi sınırları içinde meydana gelen yüzeysel kaymaların, jeolojik-jeoteknik açıdan incelenmesi ve elde edilen sonuçlara göre yerleşime uygunluk durumunun değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. İnceleme alanında yapılan jeoloji, sondaj ve sismik çalışmalara göre, sahadaki kayaçların litolojik özellikleri yeniden tanımlanmıştır. Sahada derinlikleri 10m ile 15m arasında değişen 8 adet zemin sondajı yapılmıştır. Sondajlarda her 1,5 metrede Standart Penetrasyon Testi yapılarak zeminlerin penetrasyon direnci belirlenmiştir. Çalışma arazisinden ve sondaj çalışmalarından alınan örnekler üzerinde zemin/kaya mekaniği deneyleri yapılmıştır. Sahadaki sismik verilerin bulunması için jeofizik çalışması yapılmıştır. İnceleme alanında yer dinamik parametrelerini belirlemeye yönelik jeofizik yöntemlerle gerçekleştirilen 3 serim boyunca sismik kırılma çalışması yapılmıştır. Sahada Üst Kretase yaşlı Yayla Melanjına ait peridotit, kromit, piroksenit, gabro, mikrogabro seviyeler ve Paleozoyik yaşlı Serkedere Metamorfitlerine ait kristalize kireçtaşı, mika şistlere ait birimlerin karmaşık şekilde yer aldığı ve 2.00m ile 11.00m arasında değişken derinliklerde yeraltı suyu olduğu belirlenmiştir. Sahada, 2018 Deprem Yönetmeliğine uygun olarak taşıma gücü, oturma ve şişme, şev stabilite analizleri yapılmıştır. Yapılan şev analiz hesabına göre, statik durumda güvenlik faktörü Fs=1.915, depremli durumda güvenlik faktörü Fs=1.827'dir. İnceleme alanında gözlenen kayaçlar suyla bozunmaya uğradığından şev stabilitesi sorunları meydana gelmektedir. Şevin maksimum 3-4 hafta ve yağışsız havada stabil olacağı dikkate alınmalıdır. Karaköy Mahallesi'nde meydana gelen yüzeysel kaymaların ve toprak kabarmalarının sebebi olarak özellikle formasyon suyu ve yüzey sularının etkisi olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bursa, Karaköy, Şev Stabilitesi, 2018 Deprem Yönetmeliği, Jeoteknik

Abstract: In this study; Geological-Geotechnical aspects of the superficial shifts in the borders of Karaköy Quarter of Mustafakemalpaşa District of Bursa Province will be investigated. According to the findings, it will be aimed to evaluate the suitability of the settlement. According to the geology, sounding and seismic studies carried out in the study area, the lithological features of the rocks in the field have been redefined. In the field, 8 ground drillings with depths ranging from

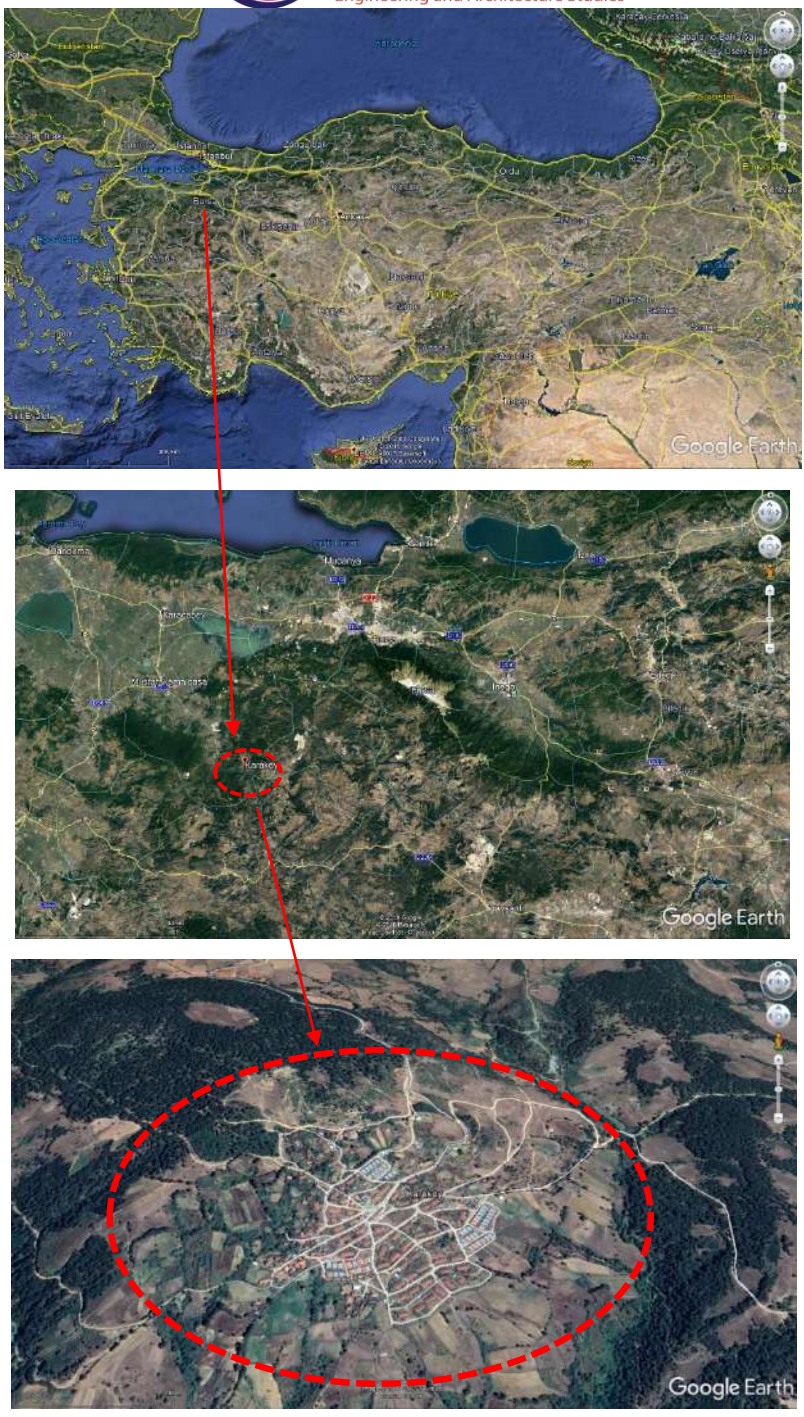
10m to 15m were made. The penetration resistance of the soils was determined by performing Standard Penetration Test every 1,5 meters. Soil / rock mechanics experiments were conducted on the samples taken from the study area and drilling works. Geophysical study was conducted to find seismic data in the field. In the study area, seismic refraction studies were carried out during the 3 pavements carried out by geophysical methods to determine the ground dynamic parameters. The peridotite, chromite, pyroxenite, gabbro, microgabbro levels and crystallized limestone of the Palaeozoic Serkedere Metamorphites belonging to Upper Cretaceous Plateau Melange and complexes of mica schists are located at varying depths between 2,00m and 11,00m. In the field, carrying capacity, sitting and swelling and slope stability analyses were conducted in accordance with the 2018 Earthquake Code. According to the slope analysis, the safety factor in the static case is Fs = 1,915 and in the earthquake case the safety factor is Fs = 1,827. As the rocks observed in the study area are degraded by water, slope stability problems occur. It should be noted that the slope will be stable for a maximum of 3-4 weeks and in rainless weather. It has been observed that formation water and surface waters have an effect as the cause of surface shifts and soil swellings in Karaköy Neighbourhood.

Keywords: Bursa, Karaköy, Slope Stability Analysis, 2018 Earthquake Regulation, Geotechnical

GİRİŞ

Bu çalışmada; Bursa İli, Mustafakemalpaşa İlçesi, Karaköy Mahallesi sınırlarında meydana gelen yüzeysel kaymaların Jeolojik-Jeoteknik açıdan incelenerek, edinilen bulgulara göre yerleşime uygunluk durumunun değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Araştırma, alanda gözlenen yüzeysel heyelanların, yerleşim alanına yakınlığı ve dolayısıyla yapıların etki alanında kalması sebebiyle, can ve mal güvenliği açısından önemlidir. İnceleme alanında yapılan sondaj ve sismik çalışmalarına göre sahanın litolojik özellikleri tanımlanmıştır. Sondaj çalışmalarından elde edilen numuneler üzerinde gerekli zemin ve kaya mekaniği deneyleri yaptırılarak, jeofizik verilerle birlikte 2018 Deprem Yönetmeliğine uygun olarak taşıma gücü, oturma ve şişme, şev stabilite analizleri yapılmıştır. Buna göre kaymayı tetikleyebilecek kritik kısımlar ve zemin problemleri değerlendirilmiştir.



Şekil 1. İnceleme alanına ait uydu görüntüsü ve yer bulduru haritası

MATERYAL VE YÖNTEM

İnceleme alanı ve yakın çevresindeki zeminin jeolojik ve jeoteknik incelenmesi 5 aşamada gerçekleştirilecektir. Bunlar sırası ile; arazi-gözlem çalışmaları, örnekleme çalışmaları (sondaj ve yarma), laboratuvar çalışmaları, jeofizik araştırmalar ve değerlendirmeler şeklinde olacaktır. Zemin ve Temel Etüdü Raporu kısmında taşıma gücü, oturma-şişme ve şev stabilite hesaplarına yer verilecektir.

İnceleme alanında derinlikleri 10,00 ve 15,00 metre olan, 8 adet zemin araştırma sondajı yapılmıştır. Sondajlar sırasında her 1,50 metrede Standart Penetrasyon Testi yapılarak zeminlerin penetrasyon direnci belirlenmiş ve 39 adet örselenmiş numune ve uygun görülen zemin koşullarında Karot numuneleri alınmıştır. Ayrıca, sahada düzenli periyotlarla yeraltı suyu ölçümü yapılmış, bu sonuçlar değerlendirilmiştir. İnceleme alanında yer dinamik parametrelerini belirlemeye yönelik Jeofizik yöntemlerden 3 serim boyunca sismik kırılma çalışması yapılmıştır.

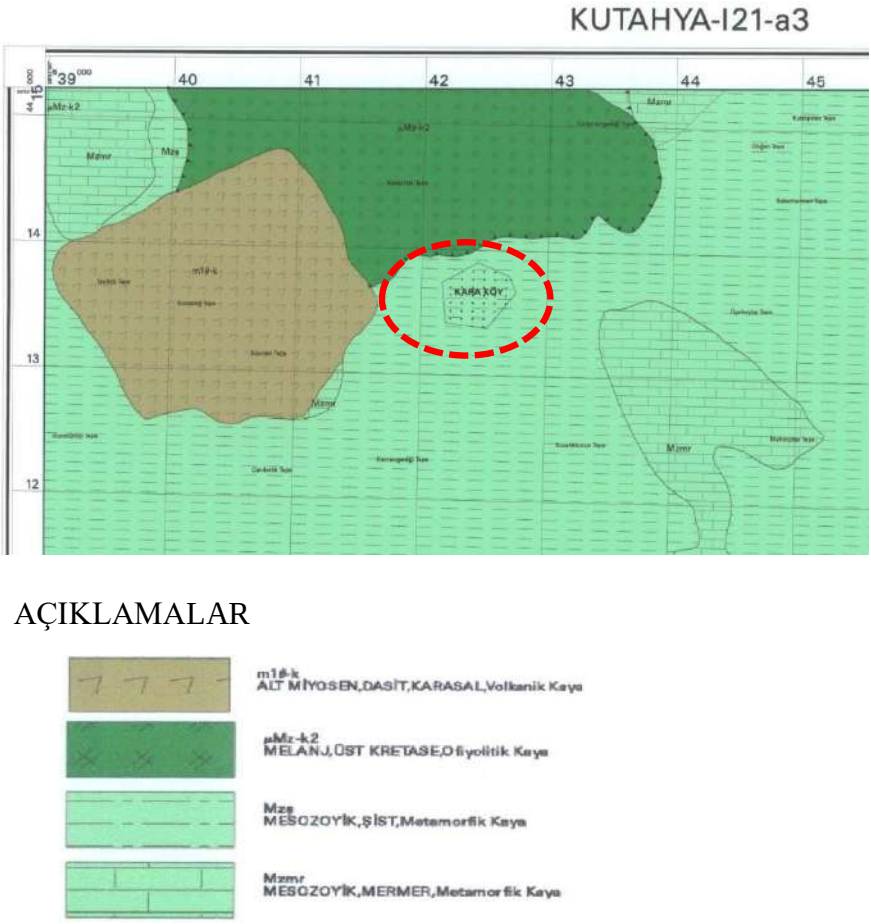


Şekil 2. İnceleme alanında yapılan sondaj ve jeofizik ölçümlerin yerleri

BULGULAR

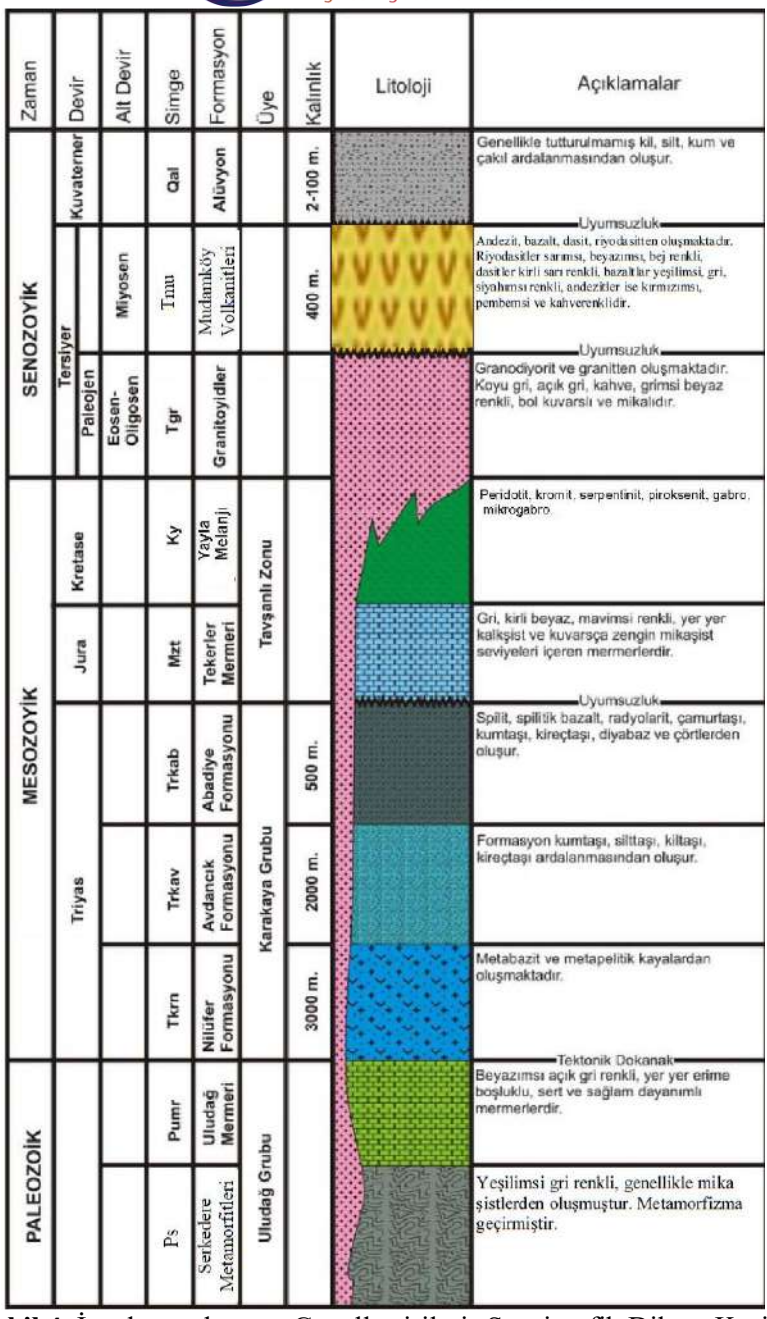
İnceleme alanı Bursa İli, Mustakemalpaşa İlçesi, Karaköy Mahallesi'nde yer almaktadır. Doğusunda Orhaneli, güneydoğusunda Büyükorhan, batısında Susurluk, kuzeyinde Uluabat Gölü, kuzeybatısında Karacabey, kuzeydoğusunda Osmangazi, Nilüfer, Yıldırım ve Mudanya ile çevrilidir. Denizden yüksekliği 610-675 metredir. İnceleme alanına her mevsimde özel ve ticari araçlar ile ulaşım mümkündür.

İnceleme alanının jeolojisini üstte 0,20 cm bitkisel toprak ve altında Üst Miyosen yaşlı Mudamköy Volkanitlerine ait Beyazımsı-sarımsı, krem renkli, araları çok sıkı yapılı siltli kum-çakıl içerikli yer yer çakıllı siltli kil, çok ayrışmış ve tamamen ayrışmış Tüf seviyeler ile Paleozoik yaşlı Serkedere Metamorfitlerine ait beyazımsı-sarımsı-krem renkli, araları ince yer yer kil dolgulu, çok parçalı, kırıklı, çok ayrışmış ve tamamen ayrışmış şist ve kristalize kireçtaşı seviyeleri oluşturmaktadır. Çalışma alanındaki tüflü seviyelerin üzerinde bulunan volkanik birimler Mudamköy Volkanitleri olarak adlandırılmışlardır (Yalçınkaya ve Afşar 1980). Saha gözlemlerimiz sırasında bazı kesimlerde sahada kaynak suyu çıkışı ve yüzeysel su akış hatları gözlenmiştir.



Şekil 3. İnceleme alanının Genel Jeoloji Haritası ve Lejantı (ölçeksiz)

(MTA, 1/25.000)



Şekil 4. İnceleme alanının Genelleştirilmiş Stratigrafik Dikme Kesiti (MTA, 2009)

Yapılan sondaj çalışmalarında 3,50 metreyle 8,00 metre arasında değişken derinliklerde yeraltı suyuna rastlanmıştır. İlkbahar'da buzların erimesi ile zeminin su içeriği yükselince dayanım azalmaktadır. Gözlemler, temiz kum ve çakılda çok az buz varken siltli zeminlerde çok daha fazla olduğunu göstermektedir. Özellikle ince taneli zeminlerdeki süreç oldukça karmaşık bir ısı yayılımı ve boşluk suyu kimyası problemi olup, zemin-su potansiyeli ve donmuş zeminlerdeki su hareketi ile ilgilidir (Yong and Warkentin, 1975).

Tablo 1. Laboratuvar Sonuçları

Kuyu No	Numune No	Derinlik (m)	Çakıl(%)	Silt+Kil (%)	Kum(%)	LL (WL)	PL (WP)	PI (IP)	W(n)	Zemin Sınıfı
SK-3	SPT-1	1.50-1.95	27	48	25	35	17	18	16.9	SC
SK-3	SPT-3	4.50-49.5	26	50	24	50	21	29	22.5	CH
SK-3	SPT-5	7.50-7.95	47	36	17		NP		18.0	GM
SK-3	SPT-6	9.00-9.45	29	46	25		NP		15.1	GM
SK-4	SPT-1	1.50-1.95	11	49	40		NP		20.2	SM
SK-4	SPT-2	3.00-3.45	26	40	34		NP		17.0	SM
SK-4	SPT-4	6.00-6.45	15	50	35	48	26	22	22.3	CI
SK-5	SPT-8	12.00-12.45	10	60	30	55	25	30	16.8	CH
SK-5	SPT-9	13.50-13.95	12	57	31	34	15	19	10.6	CL
SK-5	SPT-10	15.00-15.45	15	56	29	51	20	31	11.6	CH
SK-6	UD	1.00-1.50	19	59	22	32	17	15	18.4	CL
SK-6	SPT-1	1.50-1.95	11	71	18	57	26	31	22.8	CH
SK-6	UD	2.50-3.00	9	73	18	46	22	24	22.4	CI
SK-6	SPT-3	4.50-4.95	18	58	24	45	19	26	20.2	CI
SK-6	SPT-5	7.50-7.95	22	57	21	51	24	27	19.7	CH
SK-6	SPT-9	13.50-13.95	9	61	30	54	25	29	20.9	CH
SK-7	UD	2.50-3.00	15	63	22	52	23	29	23.5	CH
SK-7	SPT-2	3.00-3.45	7	64	29	52	24	28	20.9	CH
SK-7	SPT-4	6.00-6.45	30	50	20	50	19	31	16.3	CH
SK-7	SPT-7	10.50-10.95	9	68	23	53	20	33	20.6	CH
SK-7	SPT-9	13.50-13.95	17	53	30	35	18	17	26.1	CI
SK-8	SPT-1	1.50-1.95	42	23	35		NP		6.7	GM
SK-8	SPT-2	3.00-3.45	50	18	32		NP		6.0	GM
SK-8	SPT-3	4.50-4.95	20	43	37		NP		11.6	SM

Laboratuvar sonucu neticesinde; yarı sert (sıkı) – sert – yarı katı (çok sert) kıvamlıdır (Ulusay 2001). Laboratuvar deneyleri sonucu hesaplanan sıvılık (Likitlik) indeksi değerine göre zemin Yüksek Düzeyde Aşırı Konsolide-Aşırı Konsolide killer grubuna girmektedir (Means and Pacher 1963). Sıkışma indisi (Cc) değeri ve Likit limit (LL) değeri bir arada değerlendirildiğinde zemin Orta-Yüksek Sıkışma İndisine sahip özellikte olduğu görülmektedir. (Terzaghi and Peck 1967). Etüt alanındaki numunelere göre zemin Orta- Yüksek Plastisiteli olarak bulunmuştur. (IAEG 1976).

Sondaj çalışmalarından alınan numuneler üzerinde onaylı laboratuvarda zeminlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Buna göre taşıma gücü, oturma, şev stabilite değerlendirmeleri yapılmıştır.

Temel Bilgileri:		
Temel Tipi:	SQ	
B =	4.00	m
L =	-	m
D_f =	1.00	m
Zemin Bilgileri:		
C =	90	kPa
ϕ =	8	°
γ =	18	kN/m³
γ' =	18	kN/m³
D_w =	2.5	m
q' =	18	kPa
Dayanım Katsayısı:		
γ_{Rv} =	1.40	
Temel Taşıma Gücü:		
q_k =	992.97	kPa
q_t =	q_k / γ_{Rv}	
q_t =	709.2643	kPa
q_t =	72.30013	t/m²
q_t =	7.23	kg/cm²

Taşıma Gücü Faktörleri	
N_q =	2.06
N_c =	7.53
N_γ =	0.30
Şekil Faktörleri	
s_q =	1.00
s_c =	1.27
s_γ =	0.60
Derinlik Faktörleri	
d_q =	1.00
d_c =	1.10
d_γ =	1.00
B/L =	1.00
k =	0.25

Temel Tipleri	
RE	Dikdörtgen
SQ	Kare
CI	Dairesel
CO	Sürekli

Şekil 5. Tekil temel için taşıma gücü analizi (Terzaghi 1943)

Bu sonuçlara göre temel taşıma gücü hesapları yapılmış, uygun bir değer olduğu bulunmuştur.

Oturma hesabı aşağıdaki formül kullanılarak yapılır. Burada G+Q yükü, yaklaşık 3 katlı bir yapının yükü olarak 100 kN/m² olarak alınmıştır.

$S_i = I_1 * I_2 * (q_0 * B) / E_s$

$Q_{maks} =$ 100 kN/m² (G+Q Diyagramından)

$\gamma =$ 18 kN/m³

$D_f =$ 1.00 m (Minimum hafriyat)

$Q_{net} =$ 82 kN/m²

$S_i = I_1 * I_2 * (q_0 * B) / E_s$

B= 4 m seçilmiştir

L= 4 m seçilmiştir

H= 12 m seçilmiştir

I_1= 0.8 ve I_2= 0.99

H/B = 3.00 & L/B = 1.00

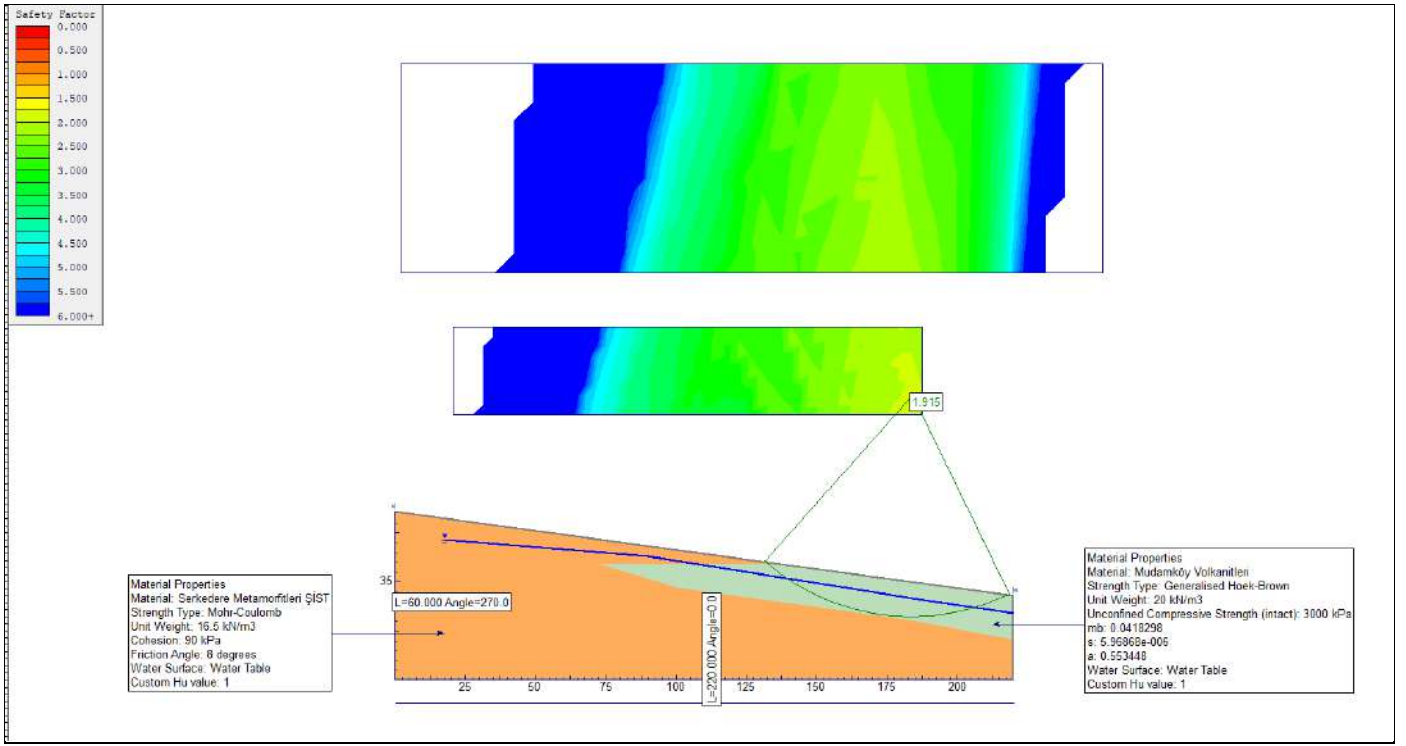
E_s= 27 MPa

S_i = 0.8 * 0.99 * 82 * 4 / 27

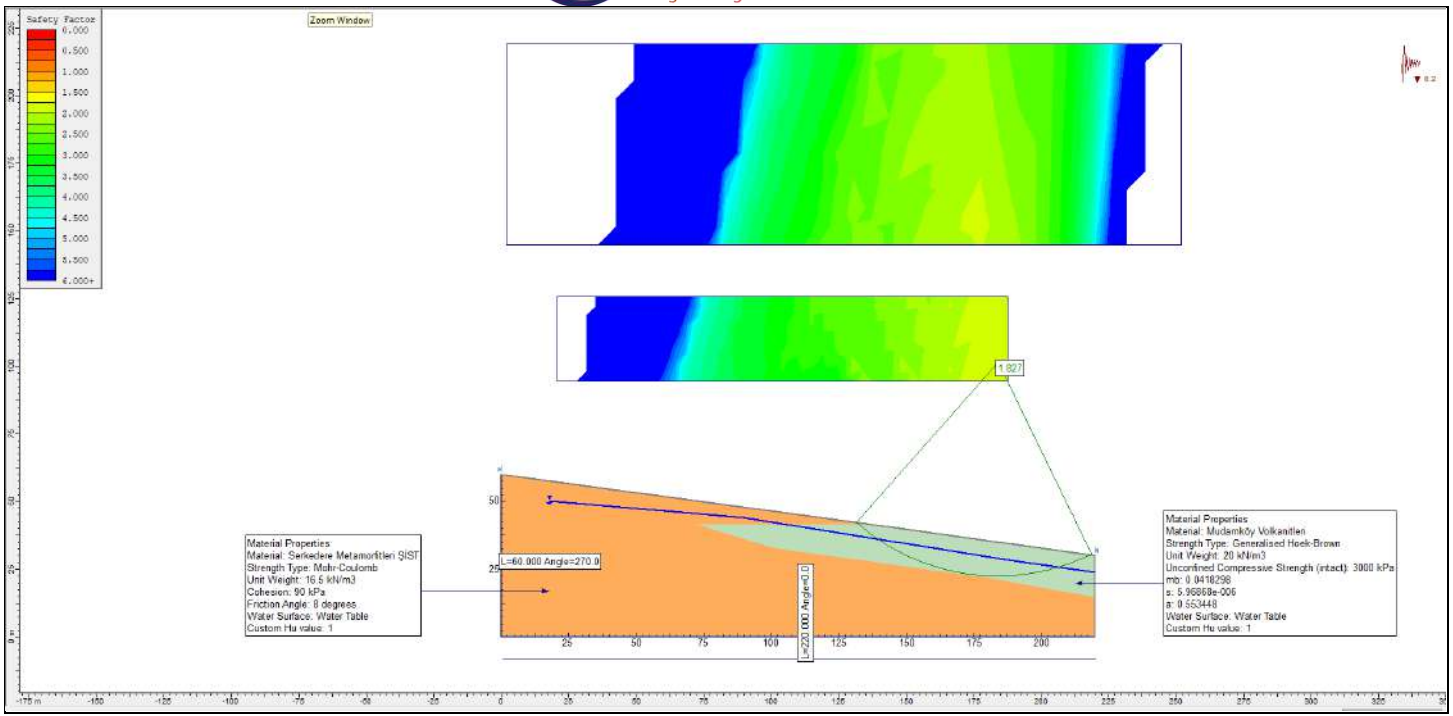
S_i = 0.96 cm < 12.50cm

Şekil 6. Tekil temeller için oturma analizi (Harr 1966)

Hesaplanan oturma hesabı değeri inceleme alanında mevcutta bulunan yapılar için uygun bir değerdir. Bu sebeple oturma problemi beklenmemektedir.



Şekil 7. Statik durumda geçici şev analizi (Bishop 1955)



Şekil 8. Dinamik durumda kalıcı şev analizi (Bishop 1955)

Kesit hattı üzerinden Slide 5.0 programı kullanılarak yapılan şev analizleri yapılmıştır (Rocscience 2003). Bu hesaplara göre arazinin statik durumda güvenlik faktörü Fs=1,915, depremli durumda güvenlik faktörü Fs=1,827'dir. Statik durumda Fs≥1,50 ve depremli durumda Fs≥1,00 olduğu için şev stabilite problemi öngörülmemektedir.

Yapılaşmalardan önce hazırlanacak olan parsel/bina bazındaki zemin etüt çalışmalarda, şev üstüne gelecek ilave yükün doğal veya yapay şeve etkisi ile şev kenarına olan güvenli mesafesinin belirlenmesi, şevin jeoteknik parametrelerinden doğabilecek problemlerin ayrıntılı çalışılarak, jeoteknik problemin niteliğine göre gerekli önlemlerden bir veya birkaçının alınması gerekir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

İnceleme alanında açılan sondaj kuyularında SK-1'de 4,00 metrede, SK-2'de 5,50 metrede, SK-3'te 3,50 metrede, SK-4'te 4,50 metrede, SK-5'te 7,00 metrede ve SK-6'da 8,00 metrede yeraltı suyuna rastlanmıştır. Bu alanlar topoğrafik eğimin genel olarak %10-20 ve %20-40 arasındaki olduğu, kaynak suyu ve yüzey suyuna bağlı olarak yüzeysel heyelanların gelişebileceği alanlardır. Kaynak suları ve diğer yüzey sular, inceleme alanında gözlenen birimlerin rijitliğini bozacağından, mevcut şevlerin kaymasını tetikleyebilir. İnceleme alanı içinde ve çevresinde bulunan akar-kuru derelerin taşkın durumu ile ilgili güncel Devlet Su İşleri görüşü alınmalıdır. Yapılaşmaya geçilmeden önce yeraltı suyu ve mevsimsel yağışlarla oluşabilecek yüzey sularına karşı gerekli drenaj önlemleri alınmalıdır.

Geçirimsiz yüzey teşkil edebilmek için kullanılabilecek killi birimlerin dolgu maddesi olarak kullanılması söz konusu değildir. Kullanılması halinde zeminde ve dolayısı ile yapıda mühendislik problemleri yaratması söz konusudur.

Karaköy Mahallesi'nde meydana gelen yüzeysel kaymaların ve toprak kabarmalarının sebebi olarak özellikle formasyon suyu ve yüzey sularının etkisi olduğu gözlenmiştir. Ayrıca mahallenin topoğrafik olarak eğimli bir bölgeye kurulmuş olması ve yüzey suyu drenaj ağı üzerinde konumlanması sebebiyle, birçok noktadan çıkışı gözlenen kaynak sularla ilgili geniş bir drenaj sistemi oluşturularak gereken önlemler alınmalıdır. Böylece yüzeysel kaymaların önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Ateş, Ş., Mutlu, G., Gülmez, K. F., Üstün, B.A., Özata, A., Özerk, O.C. (2009) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü: Türkiye Jeoloji Veri Bankası, Ankara.
2. Bishop, A.W. (1955). The Use of the Slip Circle in the Stability Analysis of Slopes, Geotechnique, 5, 7-17.
3. Bowles, J. E. (1996). Foundation Analysis and Design, 5th ed., The McGraw-Hill Companies, Inc.
4. Harr, M.E. (1966). Fundamentals of Theoretical Soil Mechanics. Mc Graw-Hill-New York.
5. IAEG (1976). Engineering Geology Maps: a Guide to Their Preparation, Unesco Pres, Paris, 79 p
6. Means, R. E. and Pacher, J. W. (1963) Physical Properties of Soils, Charles E. Meril Comp.
7. Rocscience (2003) Slide v5.0, 2D Limit Equilibrium Slope Stability Analysis, Rocscience Inc., Toronto, Ontario, Canada.
8. Terzaghi, K. (1943). Theoretical Soil Mechanics, Wiley, N.Y.
9. Terzaghi, K., Peck, R. B. (1967). Soil Mechanics in Engineering Practise, Second ed., John Wiley & Sons, Inc., New York.
10. TS 1900-1 (2001) İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuar Deneyleri-Bölüm 1: Fiziksel Özelliklerin Tayini, TSE, Ankara, 91 s.
11. TS 1900-2 (2001) İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuar Deneyleri-Bölüm 2: Mekanik Özelliklerin Tayini, TSE, Ankara. 64 s.
12. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete, 18.03.2018.
13. Ulusay, R. (2001). Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayınları:38, Ankara.
14. URL-1 <https://earth.google.com/web>
15. Yalçınkaya, S. ve Afşar, Ö.P. (1980). Mustafakemalpaşa (Bursa) dolayının jeolojisi. MTA Raporu Derleme No: 6717, Ankara (yayınlanmamış)
16. Yong, R.N. and Warkentin, B.P. (1975). Soil Properties and Behaviour, Elsevier Scientific, Amsterdam, 449 p.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

VAN GÖLÜ HAVZASINDAKİ PERLİT MADENLERİNİN MİNERALOJİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Mineralogical and Geochemical Properties of Perlit Mines in The Van Lake Basin

Ali Kılıçer*[1] & Vural Oyan[2(a, b)] & Yavuz Özdemir[1]

[1] *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Van*
[2(a)] *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Van*
[2(b)] *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van Gölü Havzası Doğal Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi, Van*

Öz: Çalışma kapsamında, Van Gölü Havzasındaki Süphan ve Meydan volkanizmalarının bulunduğu bölgeden alınan perlit örneklerinin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Mineralojik özellikleri belirleyebilmek için örnekler üzerinde İnce Kesit ve XRD, jeokimyasal özelliklerin belirlenmesi için kimyasal analizler yapılmıştır. İnce kesit analizlerinde, tüm perlit örneklerinde yoğun olarak volkanik cam gözlenmektedir. Perlit örneklerinde en yoğun gözlenen mineraller biyotit ve feldispat kristalleridir. Perlit içerisinde görülen kuvars kristallerinin ise perlitik doku içinde ve kenarlarından itibaren kemirildiği tespit edilmiştir. XRD analizlerinde, tüm örneklerde feldispat ve kuvars kristallerinin pikleri gözlenmektedir. Jeokimyasal analizler sonunucunda, perlit örneklerinin SiO_2 içerikleri %68 ile %73 arasında değişmektedir. TAS kayaç sınıflamasına göre perlitik kayaçların riyolitten türediği görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Perlit, İnce Kesit, XRD, Jeokimyasal Analizler, TAS Diyagramı

Abstract: Within the scope of study, mineralogical and geochemical features of perlite in Van Lake Basin containing Süphan and Meydan area have been investigated. In order to determine the mineralogical properties, thin section analysis and XRD have been performed on the samples and for the determination of geochemical properties chemical analysis have been done. In thin section analysis, intensively volcanic glass is observed in all perlite samples. The most intense observed phenocrysts in perlite samples were biotite and feldspar crystals, whereas quartz crystals have been found to be gnawed in perlite tissue. In XRD analyzes, peaks of feldspar and quartz crystals are observed in all samples. As a result of geochemical analyzes, the SiO_2 contents of perlite samples ranged from 68% to 73%. It is observed that perlitic rocks are derived from rhyolite according to TAS rock classification.

Keywords: Perlite, Thin Section, XRD, Geochemical Analysis, TAS Diagram

* Sorumlu yazar e-mail: alikilicer@gmail.com

1. Giriş

Perlit madeni volkanik faaliyetler sonucunda volkanik merkezlerden püskürmüş veya lokal olarak domsal yükselimler halinde meydana gelen asidik karakterli volkanik bir kayaçtır. Bünyesinde ani soğumadan dolayı yoğun olarak volkanik cam ve bazen de çok küçük mineral kristalleri içerebilen bu volkanik kayaç ismini kırıldığı zaman taze yüzeyinde inci parlaklığına sahip olması ve küçük yuvarlak taneler haline dönüşmesinden dolayı inci anlamına gelen perle kelimesinden almıştır. Çeşitli perlit kayaçları renk ve yapı itibarıyla birbirinden farklılık gösterebilmektedir. Ham perlitin rengi, saydam açık griden parlak siyaha kadar değişebilmektedir. Genleştiğinde renk tamamen beyazlaşır. Perlit madeni yoğun olarak inşaat, gıda, tarım, sanayi, ilaç vb. sektörlerde kullanılmaktadır. Perlit 750-1200 C° arasında ani olarak ısıtıldığında bünyesinden çıkan buharın etkisiyle genleşerek camsı tanelerden oluşan bir köpük agregasına dönüşür. İlk hacminin 20 katına kadar genleşebilir. Bu ürüne genleşmiş perlit denir. Perlit, özel dokulu, iç yapısında belli oranda su içeren, asit bileşimle esas itibarıyla volkanik camdır. Fibrik yapılı değildir. Nitrat sülfat, fosfor, ağır metal, radyoaktif element ve organik madde içermez. Dolayısıyla kimyasal olarak oldukça saftır. Kimyasal olarak % 68-75 arasında SiO_2 içeren perlit madenleri, % 12-18 arasında Al_2O_3, % 0-2 arasında MgO, Fe_2O_3 ve CaO içermektedir (DPT, 2001).

1. Materyal ve Metot

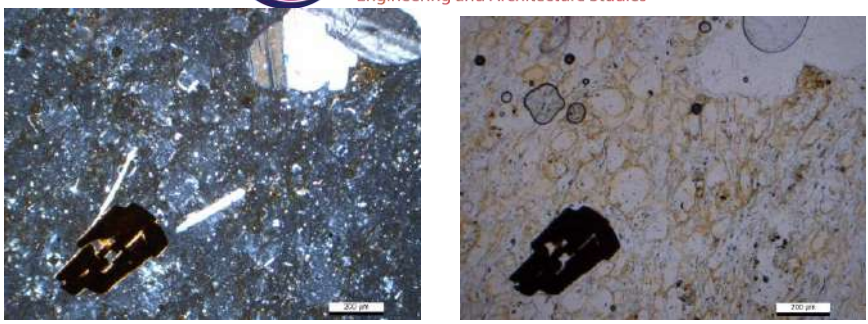
Çalışma kapsamında, perlitin mineralojik ve kimyasal özelliklerinin tespiti için İnce Kesit, XRD ve Jeokimyasal analizler yapılmıştır. Süphan Dağı ve Meydan Dağı bölgesinden alınmış perlitlerin mineralojisini belirlemek amacıyla MTA'da İnce Kesit ve XRD Analizi kimyasal bileşimlerinin ortaya koyulabilmesi için ACME analitik laboratuvarlarında (Kanada) jeokimyasal analizler yaptırılmıştır. Bu analizlerde XRF yöntemi ile majör oksit değerleri belirlenmiştir.

2. Bulgular Ve Tartışma

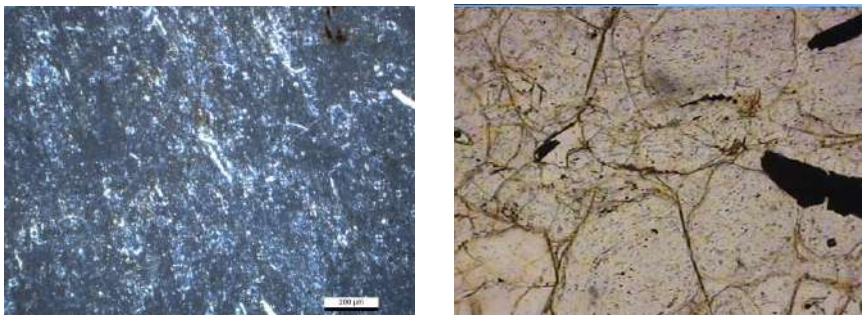
3.1. Perlitin Mineralojik ve Petrografik Özelliklerinin Bulguları

3.1.1 İnce Kesit Analiz Bulguları

Çalışma sahasından alınan perlit örneklerinin mineralojisini belirlemek amacıyla örnekler üzerinde ince kesit analiz çalışması yapılmıştır.



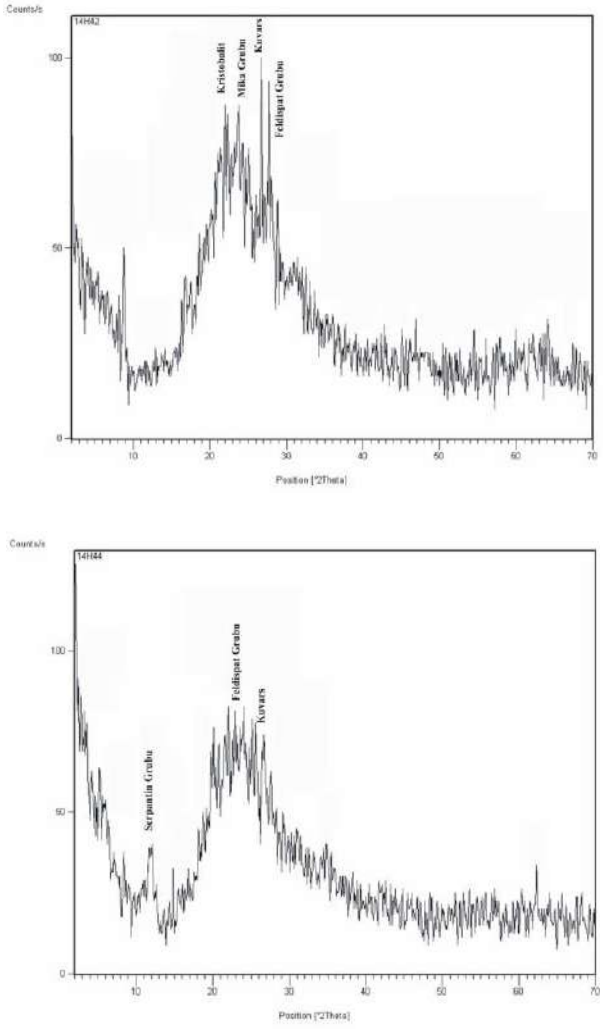
Şekil 3.1. Süphan Bölgesindeki perlit örneklerinin incekesit görüntüleri.



Şekil 3.2. Meydan Bölgesindeki perlit örneklerinin incekesit görüntüleri.

3.1.2. XRD Analiz Yöntemi Bulguları

Perlit örnekleri içinde, ince kesit analizinde tespit edilemeyen mineraller için XRD çekimleri yapılmıştır.



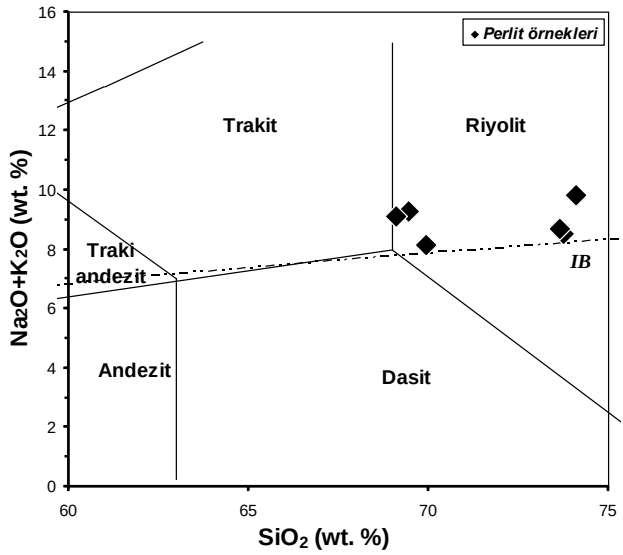
Şekil 3.3. Çalışma alanındaki perlit örneklerinin XRD görüntüleri.

3.2. Perlitin Jeokimyasal Analiz Yöntemi Bulguları

Çalışma alanından elde edilen perlit örneklerinin, Jeokimyasal Analiz sonuçları ile bu sonuçlardan elde edilen TAS kayaç sınıflama diyagramı aşağıdaki gibidir.

Çizelge 3.1. Perlit örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Lokasyon	*İçerik*	*Süphan*	*Süphan*	*Meydan*	*Meydan*
	SiO_2	73.85	73.238	69.91	68.66
	Al_2O_3	33.123	34.896	15.03	15.00
	Fe_2O_3	13.023	18.891	29.236	31.102
	CaO	0.44	0.51	0.44	0.52
	MgO	0.01	0.04	0.08	0.10
	Na_2O	32.785	32.456	42.854	33.014
	K2O	22.696	27.552	43.194	14.968
	MnO	0.05	0.03	0.08	0.15
	TiO_2	0.05	0.08	0.14	0.17
	P_2O_5	0.02	0.02	0.01	0.03
	LOI	27.101	24.202	44.458	34.201
	SUM	100.39	100.456	100.94	100.62



Şekil 3.4. Perlitik kayaç gruplarının toplam alkali – silika (LeBas ve ark. 1986) diyagramı üzerinde sınıflandırılması.

4. Sonuçlar

İnce kesit analizleri incelendiğinde, hem Süphan hemde Meydan volkanizmlarınA bağlı oluşan perlitlerin yoğun olarak volkanik cam içerdiği görülmektedir. Volkan camında kırıklar görülmüş ve bozunma türü olarak killeştiği görülmüştür. Perlitler içinde ana olarak biyotit ve feldispat kristalleri tespit edilmiştir. Biyotit kristalleri kahverengi renk tonlarında görülmüş ve mikroskop altında düzgün bir kristal yapısı göstermediği, magma tarafından kemirildiği ve opasitleşmeye başladıkları görülmüştür. Ayrıca daha az oranda kuvars kristalleri de tespit edilmiştir bu kristallerinde biyotit kristalleri gibi magma tarafından kemirildiği görülmektedir.

Süphan ve Meydan volkanik alanlarından alınan perlitlerin XRD analizlerinde, çoğunlukla feldispat, mika ve kuvars minerallerinin pikleri, daha az oranda yer yer serpantin ve kristobalit minerallerinin pikleri tespit edilmiştir.

Jeokimyasal sonuçlar incelendiğinde, Süphan bölgesinden alınan perlitlerin SiO_2 içeriklerinin ortalama %73, Meydan bölgesinden alınan perlitlerin SiO_2 içeriklerinin ortalama % 68 olduğu görülmüştür. Silis içeriğinin fazla olması kayaca aşındırıcılık ve dayanım özelliği kazandırmaktadır. Toplam alkali içeriği %8 ile 10 arasında değişen perlitlerin LOI (ateşte kayıp) içerikleri % 24'den 34'e kadar değiştiği tespit edilmiştir. Jeokimyasal veriler TAS kayaç sınıflaması diyagramına işlendiğinde hem Süphan hemde Meydan volkanizmasına bağlı oluşan perlitlerin riyolit kökenli olduğu tespit edilmiştir.

5. Kaynakça

DPT, 2001. Madencilik Özel İhtisas Komisyon Raporu, Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Yapı Malzemeleri III, Pomza-Perlit-Vermikülit-Flogopit-Genleşen Killer Çalışma Grubu Raporu, Ankara.

Kılıçer A., 2017, "Van Gölü Havzasındaki Pomza ve Perlit Madenlerinin Ekonomik Jeolojisi", Doktora Tezi.

Kılıçer A., 2018, "Pomza ve Genleştirilmiş Perlit Madenlerinin Köpük Betonda Agrega Olarak Kullanılması" Araştırma Makalesi, Journal of The Institute of Natural &Applied Scieences 23 (3):268-285, 2018.

Kılıçer A., 2018, "Van Gölü Havzasındaki Perlit Madeninin Alkali Silika-Reaktivitesi Üzerine Etkileri", Araştırma Makalesi, Journal of The Institute of Natural & Applied Scieences 23 (3):286-290, 2018.

Oyan, V., Özdemir, Y., Akkaya, İ., 2014. TRB-2 Bölgesinin Maden Potansiyeli, DAKA Raporu, Yayınlanmamış, Van.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

VAN GÖLÜ HAVZASINDAKİ POMZA MADENLERİNİN MİNERALOJİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Mineralogical and Geochemical Properties of Pumice Mines in The Van Lake Basin

Ali Kılıçer*[1]

[1] *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Van*

Öz: Çalışma kapsamında, Van Gölü Havzasındaki pomzanın mineralojik ve jeokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Mineralojik özellikleri belirleyebilmek için örnekler üzerinde İnce Kesit ve XRD, jeokimyasal özelliklerin belirlenmesi için kimyasal analizler yapılmıştır. İnce kesit analizlerinde, Van Gölü havzasında ki pomzaların çeşitli mineralojik yapıya sahip olduğu görülmüştür. Örneğin Bitlis İli Nemrut sahası incelendiğinde fenokristallerin genelde plajiyoklaz, sanidin, biyotit ve hornblent, Adilcevaz İlçesindeki pomzaların ise yoğun olarak volkanik camdan oluştuğu ayrıca plajiyoklaz, sanidin, biyotit fenokristalleri ile bu minerallerin mikrolitlerini içermektedir. Van İli Erciş İlçesindeki pomzalar incelendiğinde fenokristallerin genelde plajiyoklaz-sanidin ve yoğun olarak volkanik cam içerdiği görülmektedir. Yapılan XRD analizlerinde, hem Bitllis hemde Van İlinden alınan örneklerin hepsinde kuvars ve feldispat kristalleri tespit edilmiştir. Bitlis İli Nemrut sahası pomzalarında ayrıca kristobalit, zeolit ve serpantin, Süphan ve Meydan volkanik sahalarında ki pomzalarda ise zeolit ve mika mineralleri tespit edilmiştir. Jeokimyasal analizler incelendiğinde, hem Bitlis hemde Van İlindeki pomzaların SiO_2 değerlerinin %60 ile %75 arasında değiştiği görülmektedir. Elde edilen veriler TAS kayaç sınıflaması dikkate alarak değerlendirildiğinde Van Gölü Havzasındaki pomzaların bulundukları volkanik sahalara göre trakitten-riyolite değişen bir aralıkta olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Pomza, İnce Kesit, XRD, Jeokimyasal Analizler, TAS Diyagramı

Abstract: Within the scope of the study, mineralogical and geochemical properties of pumice in Van Lake Basin were investigated In order to determine the mineralogical properties, thin section analysis and XRD were performed on the samples and for the determination of geochemical properties chemical analysis have been done. In the thin section analysis, the pumice samples in the Nemrut region phenocrystalline with sanidine, plagioclase and a large proportion of biotite and hornblent on the other hand the pumice from the Adilcevaz region contains intense volcanic glass, plagioclase, sanidine, biotite phenocrysts and microliths; in the thin section images of samples taken from the Erciş region pumice. intensely volcanic glass and feldspar crystals in the composition of plagioclase-sanidine have been observed.. In XRD analyzes, peaks of feldspar and quartz crystals were observed in all samples. In addition, the presence of mica and

* Sorumlu yazar e-mail: alikilicer@gmail.com

zeolite minerals in the pumice deposits due to the volcanism of serpentine, cristobalite, zeolite, and Süphan and Meydan in the pumice deposits of Nemrut has been revealed vis XRD extractions.As a result of the geochemical analyzes, the SiO_2 values of all pumice samples are high and ranges from 60% to 75%. The position of pumice grains in the TAS rock classification diagram shows that the pumice is in a range ranging from trachytite to rhyolit

Keywords: Pumice, Thin Section, XRD, Geochemical Analysis, TAS Diagram

1. Giriş

Pomza madeni, dünya endüstrisinde yeni olmamakla beraber, ülkemiz endüstrisine son 20 yılda girmeye başlayan ve değeri yeni anlaşılan volkanik kökenli bir kayaçtır boşluklu ve süngerimsi bir yapıya sahiptir. Sertliği 5-6, 1-2 gr/cm^3'tür. Silisce zengin olan pomza %75'e kadar silis içerebilir. Yüksek SiO_2 içeriği sebebiyle pomzalar aşındırıcı özelliktedirler. Kimyasal bileşimi incelendiğinde, %60-75 SiO_2 , %13-17 Al_2O_3 , %1-3 Fe_2O_3 , %1-2 CaO, %7-8 Na_2O - K_2O ve eser miktarda TiO_2 ve SO_3'den oluştuğu gözlenmektedir (MTA, 2015).

2. Materyal ve Metot

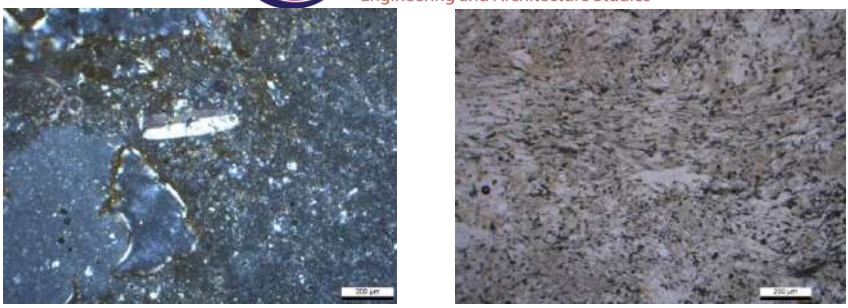
Pomzanın mineralojik ve kimyasal özelliklerinin tayini için İnce Kesit, XRD ve Jeokimyasal analizler yapılmıştır. Arazi çalışmalarında Bitlis İli Nemrut Dağı bölgesi, Van İli Süphan Dağı Bölgesi ile Erciş İliçesinde muhtelif pomza yataklarından alınmış pomza örneklerinin içermiş oldukları mineralleri belirlemek amacıyla MTA'da İnce Kesit ve XRD Analizi yapılmıştır. Pomza ve perlit örneklerinin kimyasal bileşimlerinin ortaya koyulabilmesi için ACME analitik laboratuvarlarında (Kanada) jeokimyasal analizler yaptırılmıştır. Bu analizlerde XRF yöntemi ile majör oksit değerleri belirlenmiştir.

3. Bulgular

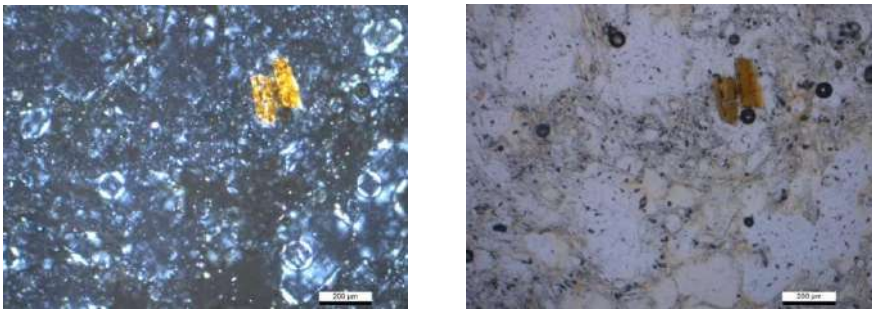
3.1. Pomzanın Mineralojik ve Petrografik Özelliklerinin Belirlenmesi

3.1.1. İnce Kesit Analiz Bulguları

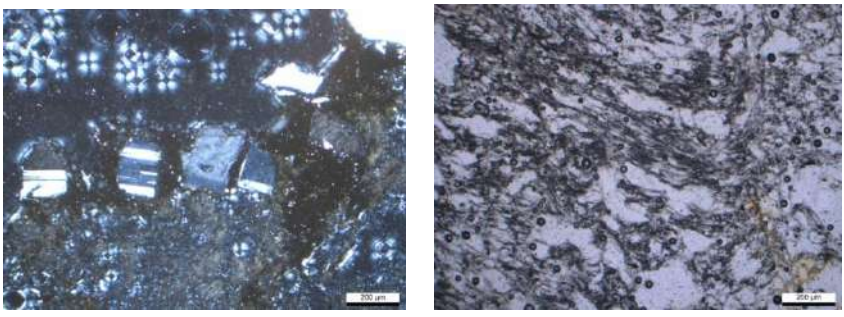
Çalışma sahasından alınan pomza örneklerinin mineralojisini belirlemek amacıyla örnekler üzerinde ince kesit analiz çalışması yapılmıştır.



Şekil 3.1. Nemrut bölgesi pomza örneklerinin incekesit görüntüleri.



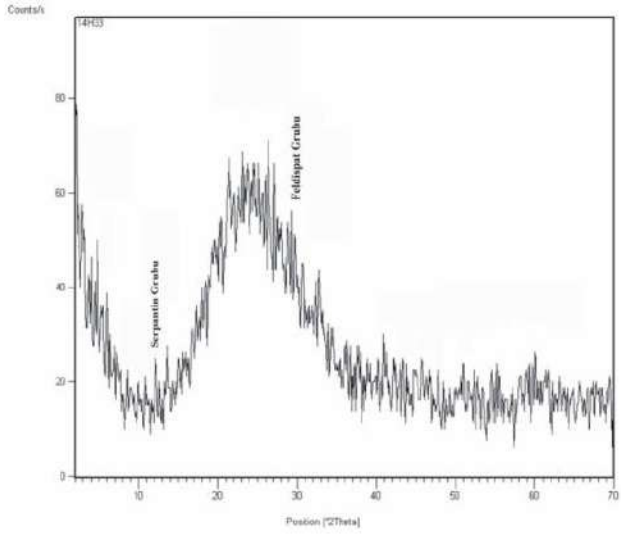
Şekil 3.2. Volkanik cam ve biyotit kristalleri içeren Süphan bölgesi pomza çökellerinin incekesit görüntüsü.

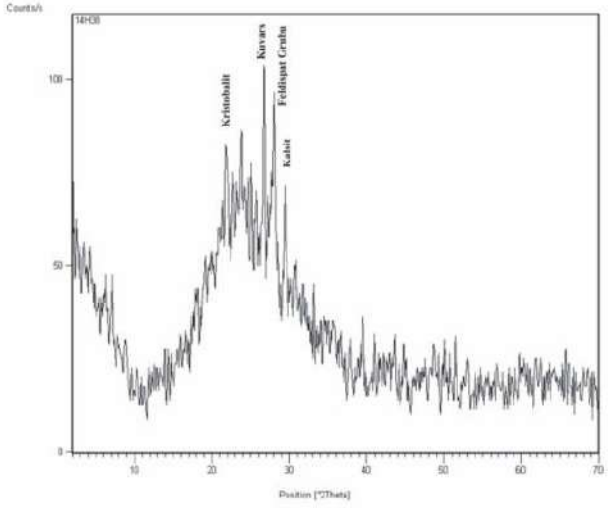


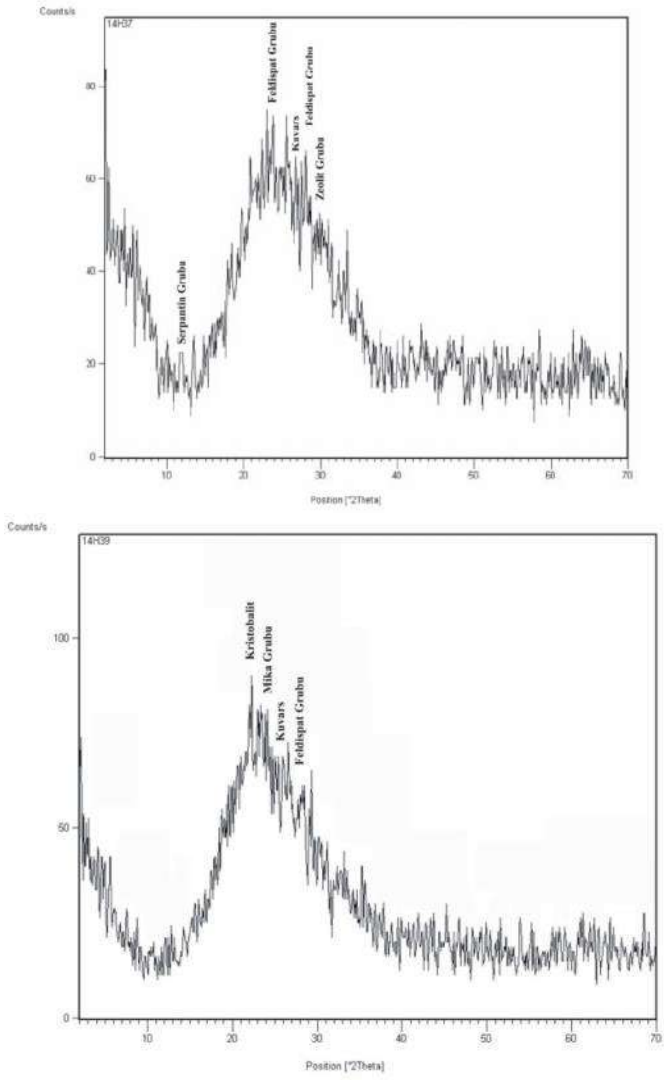
Şekil 3.3. Erciş bölgesi pomzalarının incekesit görüntüsü.

3.1.2. XRD Analiz Yöntemi Bulguları

Pomza örnekleri içinde, ince kesit analizinde tespit edilemeyen mineraller için XRD çekimleri yapılmıştır.







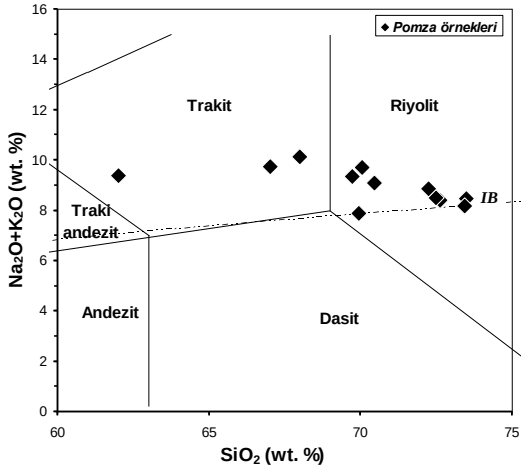
Şekil 3.4. Çalışma alanındaki pomza örneklerinin XRD görüntüleri.

3.2. Pomzanın Jeokimyasal Analiz Yöntemi Bulguları

Çalışma alanından elde edilen pomza örneklerinin, Jeokimyasal Analiz sonuçları ile bu sonuçlardan elde edilen TAS kayaç sınıflama diyagramı aşağıdaki gibidir.

Çizelge 3.1. Pomza örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Lokasyon	İçerik	Nemrut	Nemrut	Süphan	Süphan	Erciş	Erciş
	SiO_2	62.34	67.56	70.44	69.00	68.23	69.56
	Al_2O_3	13.550	18.234	12.00	14.00	16.432	28.124
	Fe_2O_3	42.166	43.023	25.789	45.122	42.663	44.871
	CaO	0.81	0.30	0.28	0.44	0.56	24.356
	MgO	0.20	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.58
	Na_2O	42.134	44.086	43.000	44.238	32.556	26.365
	K2O	42.855	11.856	21.170	32.963	32.000	42.200
	MnO	0.25	0.10	0.13	0.15	0.18	0.04
	TiO_2	0.20	0.28	0.28	0.28	0.22	0.32
	P_2O_5	0.02	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.08
	LOI	20.918	43.400	26.000	23.00	18.358	16.458
	SUM	100.14	100.056	100.234	100.459	100.458	100.15



Şekil 3.5. Pomza örneklerinin toplam alkali – silika (LeBas ve ark. 1986) sınıflanma diyagramındaki yerleri.

4. Sonuçlar

İnce kesit verileri incelendiğinde, tüm örneklerin tamamında yoğun olarak volkanik cam görülmüştür ve tüm örneklerde volkanik camın akma dokusunda olduğu görülmektedir.

Nemrut bölgesi pomza örnekleri içinde ana olarak sanidin, plajiyoklaz biyotit ve hornblent mineralleri ile az oranda kuvars gözlenmiştir.

Süphan dağı bölgesinden alınan örneklerde, iri ve küçük kristal yapısında, plajiyoklaz, sanidin ve biyotit yine az oranda kuvars kristalleri tespit edilmiştir.

Erciş bölgesi pomzalarından alınan örnekler de ise, plajiyoklaz-sanidin bileşiminde feldispat kristalleri gözlenmiştir.

XRD sonuçları incelendiğinde, tüm pomza örneklerinde amorf kristal yapısı görülmüş buda volkanik camın karakteristikleri ile uyum sağlamaktadır, ayrıca tüm örneklerde feldispat ve kuvars kristallerinin pikleri gözlenmektedir. Nemrut bölgesi örneklerde, serpantin, kristobalit ve zeolit mineralleri Süphan ve Meydan bölgesi pomzalarında ise mika ve zeolit mineralleri tespit edilmiştir.

Jeokimyasal analiz sonuçları incelendiğinde, Nemrut bölgesindeki pomzaların SiO_2 içeriklerinin ortalama %65, Süphan bölgesinden alınan pomzaların SiO_2 içeriklerinin ortalama % 70, Erciş bölgesinden alınan pomzaların SiO_2 içeriklerinin ortalama % 69 olduğu görülmüştür. Alkali oranları %7 ile 11 arasında değişen pomzaların LOI (ateşte kayıp) içerikleri % 16 ile % 43 arasında değiştiği tespit edilmiştir, bu durum pomzaların gözenekli yapısından ve alterasyona uğramasından kaynaklanmaktadır. Jeokimyasal sonuçlar TAS kayaç sınıflamasına uygulandığında, pomzaların trakitten riyolite kadar değişen bir aralıkta olduğunu göstermektedir.

5. Kaynakça

Arslan, M., 1997. Meydan (Erciş-Van) yöresi pomza tefra çökellerinin petrografik, jeokimyasal özellikleri ve oluşumu. I. Isparta Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 163-172.

Erik, O., 2012. Van Gölü Kuzeyindeki Asidik Pomza ve Bazik Skoryanın Betonda Katkı Olarak Kullanılabilirliği (yüksek lisans tezi, basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

Kaplan, Ü.C., Oyan, V., Özdemir, Y., 2007. Geological Characteristics of Kocapınar (Erciş-Van) Pumices and their Utilization as a construction material. 6th International Industrial Mineral Symposium, İzmir, Turkey. 164-172.

Kılıçer A., 2017, "Van Gölü Havzasındaki Pomza ve Perlit Madenlerinin Ekonomik Jeolojisi", Doktora Tezi.

Kılıçer A., 2018, "Pomza ve Genleştirilmiş Perlit Madenlerinin Köpük BetondaAgrega Olarak Kullanılması" Araştırma Makalesi, Journal of The Institute of Natural &Applied Scieences 23 (3):268-285, 2018.

Oyan, V., Özdemir, Y., Akkaya, İ., 2014. TRB-2 Bölgesinin Maden Potansiyeli, DAKA Raporu, Yayınlanmamış, Van.

Özkan Ş.G., ve Tuncer G., 2001. Pomza Madenciliğine Genel Bir Bakış, 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 18-19 Ekim 2001, İzmir, Türkiye. 200-207

ENGINEERING POSTER PRESENTATION
MÜHENDİSLİK POSTER SUNUM

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ŞIRNAK ASFALTİT KÜL VE ŞLAM ATIKLARININ BİTÜMLÜ GEÇİRİMSİZ BARİYER PASTA YAPI MALZEMESİ OLARAK ETÜDÜ

Investigation on Paste Bitumen Geobarier from Waste Asphaltite Slimes and Şirnak Asphaltite Fly Ash

Yıldırım İsmail Tosun

(Dr. Öğr. Üyesi), Şırnak Üniversitesi

Öz: Şırnak asfaltit uçucu külü, Silopi termik santralinden alınan uçucu kül, 100 mikronun altında ince boyutta yaklaşık % 57 silikat içerir. Günümüzün modern teknolojileri kül atıkların ve endüstriyel atık şlamların en etkili ve uygun maliyetli yapı malzemesi üretim teknolojileri gerektirmektedir. Türkiye çeşitli geçirimsiz nem korucu atık hammaddelere ihtiyaç duyuyor. Geri kazanım teknolojileri, çeşitli kül kaynaklarına sahip termik santral kül atık sahaları ile daha düşük bir maliyetten yararlanılmalıdır. Ek olarak,% 15 reaktif alkali balçık içeren Şırnak asfaltit şlamları, ayrıca kömür bakımından zengin karbon anti nem hammaddesini içerdiği gözlenmiştir. Bu çalışmada, Şırnak'ın asfaltit şlamı % 15 reaktif alkali içeren fakir kömür balçık ve % 57 silikat kil içeren bölgesel termik santral kazan külünün temsili örneklerinden bitümlü kompost 5 mm kalınlığında bisküvi üretilerek karışım oranlarına göre karşılaştırılması yapılmıştır, Karışım oranları %10-30 kül miktarlarında %55-75 asfaltit şlam oranlarında değişirken, %10-30 katran emülsiyonu ile yumuşatma ve sağlamlık sırasıyla % 83 ve % 45 oranında artmıştır. Düşük kül konsantrasyonlarında pasta dayanım miktarları % 70 ila% 85 oranında daha yüksek değerlere ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: mikrodalga, yapıştırma, tehlikeli endüstriyel atıklar, pasta reaksiyonu, sorpsiyon davranışları

Abstract

Şırnak asphaltite fly ash, taken from Silopi thermal power plant, contains approximately 57% silicate and at size less than 100 microns in fine size. Today's modern technologies require the most efficient and cost-effective building material production technologies from ash waste and industrial waste slimes. Turkey needs to a variety of waste materials impermeable as moisture guarding. As lower cost techniques should be utilized with recycling technologies, thermal power plant ash waste sites is beneficiated with various ash sources. However, Şırnak asphaltite slimes containing 15% reactive alkali slime, and also carbon-rich coal as anti-moisture raw materials were observed. In this study, asphaltite slime of Şırnak, contained 15% reactive alkali containing poor coal slime. By mixing the fly ash of regional thermal power plant as powder samples of bituminous compost, 5 mm thick biscuits were produced by comparing the mixture rates were compared according to mixing ratios. 55-75% asphaltite slime rates vary, while softening and strength with

10-30% tar emulsion increased 83% and 45% respectively. At low ash concentrations, cake strengths reached higher strength rate values of 70% to 85%.

Keywords: microwave processing, pasting, hazardous industrıal wastes, paste reactıvıty , sorptıon behavior

1. INTRODUCTION

In the thermal power station in Silopi, Şırnak, Park Elektrik Co. using fluidized bed combustion produce 405 MW electricity in three boiler by burning 232kg coal per MW.(TKİ, 2013) Şırnak asphaltite was containing 6,7% pyrite and 3,8 % organic sulfur and combusted with local limestone as 92% calcium carbonate and 4 % magnesium carbonate at 10% weight rate in the fluidized bed for desulfurizing sorbent. (Global EIA Report, 2013) Processing technologies using animal manure and combustible municipal waste should be under contribution to the fuel side for energy production in European countries (Table 1) (EEA, 2015). 49% of the total municipal waste in Sweden converted to energy in 2014 and this rate was 39%, 7%, and 22% for Netherland, USA and for the EU27, respectively.

Regarding advanced technological developments in energy production, the low quality municipal wastes needed the most economical technologies. in order to make it possible to produce waste-derived fuel products as Char and even coal waste diverted source in China (Anonymous 2015). Combustible municipal waste rate was reached 27,0% as paper and cardboards, additionally dried food waste was 14,6% and the yard waste was 13,5% after suitable segregation of the total collected waste in China in 2015 as seen in Table 2.

Table 1. Waste to Energy Production and Distribution of countries according to the European Waste [EEA, 2015]

Country	Recycled%	Incinerated%	Landfill%
EU 27	40	20	40
Germany	65	34	1
Hetherland	59	39	2
Sweden	49	49	2
Albania	59	27	4
Denmark	42	54	4
Belgiıum	60	36	14
Luxemburgh	45	35	20
France	33	32	35
Italy	45	11	44

Finland	33	17	50
United Kingdoam	35	10	55
Spain	34	9	57
Ireland	35	3	62

On the nature washing and processing characteristics of the lignite as considered environment are distinctly separated in utilization and classification. In the view producing high value cleaned products, pyrolysis municipal waste or lignite char are processed for derived products, managed on this active carbon purpose. Carbonized char waste and amount could also be evaluated in sorption and energy need in this study.

Table 2. Municipal solid waste (MSW) management in China from 1980 to 2013 [NBCA,China Waste Report, 2015]

Year	MSW Collected, million tons	MSW Treated, million tons	Rate of MSW Treated%
1980	32	-	1
1985	44	-	2
1990	69	-	4
1994	100	18	28
1998	114	57	49
2002	136	72	52
2006	149	80	53
2010	158	123	78
2013	172	154	90

1.1. Pasting by Char and Asphalt

Beneficiate from that coal char and clayish char waste in toxic gas emission control during fluidized bed combustion can efficiently be made. However, fluidized combustion is carried out below 8 mm solid fuel combustion with addition of sorbent at weight rate of 20-25 %. In order to avoid this high amount of sorbent consumption clayish char or coal waste cold be sufficient in homogenous disturbing flow manner of that waste material, clayish coal waste and Şırnak asphaltite char or biomass waste char pellets following pyrolyzed manure and local wood waste were used in laboratory type combustion chamber at 20% weight rate. Effective carbonization processes depend on numerous factors including coal rank in carbonization, the volatile gaseous matter of coal such as presence of hydrogen, carbonyl gas and carbonization

rate (Mendiara, 2007) so stabilizing the desorption, the settings of optimal diffusion conditions including structure defects (nitrogen, phosphorus, sulfur, ete.), temperature, oxygen content of coal, ete. and optimization of carbon dioxide concentration ratios (Amal 2011, Amal 2010) added the adsorption-desorption balance, the residence time and the spatial distribution of molecules in coal pores among other factors determining the efficiency of carbonization. Guerrero et al. (2008) also included the carbon reactivity, the adsorption characteristics as factors affecting the rate and extent of carbonization much dependent on the site activation, its gas desorption properties and its porosity (Bell et al 2011). Carbonization is a prerequisite step for oil generation and soot formation from tire waste, biomass wastes and coal (Tosun a, 2014). The TGA results of waste materials showing sufficient carbon conversion is shown in Figure 1.

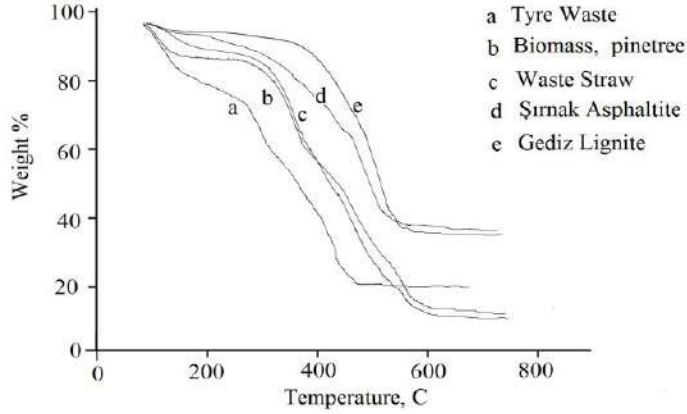


Figure 1. TGA analysis showing to carbon conversion of different waste materials used for carbon production.

1.1.1. Char size

A major reason is that the retention time in fixed film processes is longer than in solid-gas processes. This allows more time to the carbonization far cracking and the desorbed persistent compounds. Furthermore, high rank coals allows an sufficient intimate contact between surface pores and gas atmosphere in the furnace due to more gas desorption (Tosun b, 2014, Kajitani et al., 2006)

1.1.2. Carbon porosity

The porous structure of activated carbon is a factor that determines to a great extent both the rate and degree of carbonization (Shadle et al., 2001). Sharma et al. (2008} found that, a mesoporous coal was more

efficiently carbonized than a micro porous coal.

Phenol molecules that may undergo an oxidative coupling reaction may be irreversibly adsorbed on coal, which in column back flow may result in low carbonization efficiency. Phenol radicals formed by the removal of a hydrogen atom from each phenol molecule can participate in direct coupling with other phenol type radicals at even room temperature, char surface serving as a catalyst. The type of powder is given in Table 3.

Table 3. The types of binding substrates and properties used in pasting production.

Type	Surface Area m2/gr	Weght Rate, %	Reactivity %	Contamination
Clay	43	34	5	Weak
Fly Ash	20	26	3	Weak
ZEOLİTE	120	52	5	Weak
Zinc Oxide	78	43	5	Weak
Coal and wood char	54	42	4	Weak

Reactivity efficiencies exceeding the total desorption abilities during increased pasting on coal char and wood char were also reported by Tosun (2015b).

2. METHOD

2.1. Surface properties of Char - Reactivity

The specific surface area measured as BET N_2 sorption, total surface activity, oxygen functional groups, total surface impurities, metal concentrations, dielectric value, free radical concentration and reactivity of coal were related to the carbonization activity. However, in some investigations, the pore size distribution of coal is also greatly to reduce pyrolysis kinetics (Tosun a, 2017, Guerrero et al. 2005).

Although molecular gas diffusion is described to be the primary mass transport process in the combustion chamber, complex convective gas emissions proliferated the alkali clusters below 1-2mm size and exothermic combustion reactions increased toxic substances in the gas

form, a relatively porous structure of expanded clay interstitial spaces and cracks reduced over 5mm size. The combustion gases substances towards the expanded clay surface through this surface alkali is primarily accomplished by molecular diffusion across the micro cracks and alkali clusters. in the combustion experiments, the experimental condition is calculated on the basis of the ash composition in the ambient state (Tosun 2015). So neither the contained water vapor nor the condensing hydrocarbons are taken into account. Expanded clay and limestone sorbent use in asphaltite combustion provided the sufficient holdup gas as shown in Figure 2.

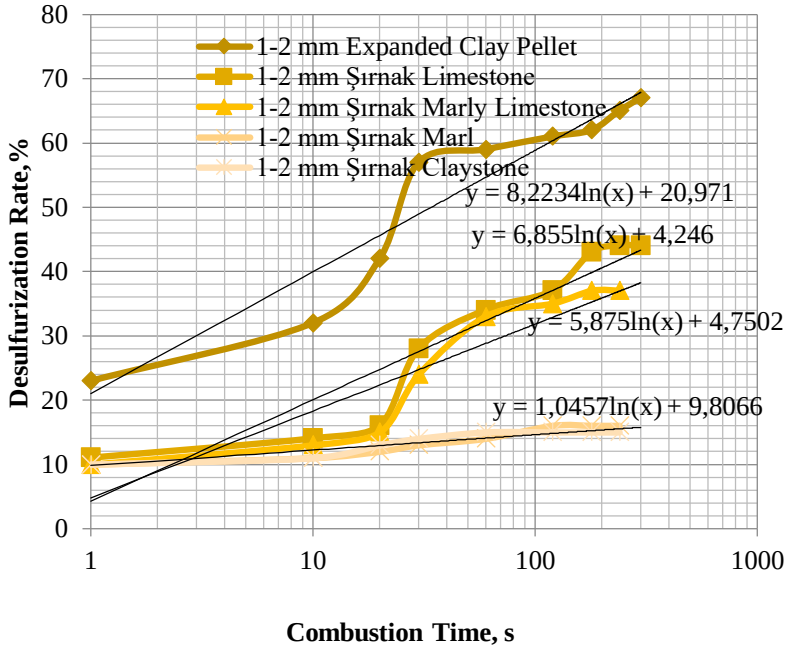


Figure 2. The sulphur sorption effect of Expanded Clay and limestone in Combustion of Şırnak Asphaltite.

3. CONCLUSIONS

Char type of carbonized wood char is in lump size and easily be evaluated in carbon industry and other fine size may be evaluated as filling materials in paint, rubber and plastic as fire barrier mixed at fine size under 5 microns as which collected following solid-liquid separation and milling. Char as carbonized from coal and coal waste in finer size may deteriorate environment near and may used in water treatment and avoid contamination in industrial waste streams. Beneficiate from that char waste in toxic gas emission control during combustion can efficiently be made.

REFERENCES

Akpınar, N and Şen, M,1987, Kentsel katı atıklardan enerji üretimi, Enerji Enstitüsü

Aktaş, Ö, Çeçen F,2007. Bioregeneration ofactivated carbon: A eview", InternationalBiodeterioration & Biodegradation,

Al-Jabari, M., Modeling analytical tests of supercritical fluid extraction from solids with Langmuir kinetics. Chemical Engineering Communications, 190, 1620-1640 (2003).

Anonymous b, 2015, Yakma Kazanları, http://www.alfakazan.com.tr, Alfa Kazan ve Makine AŞ,Ankara

Anonymous c, 2015, Kalina Cycle, http://www.imparator enerji.com.tr, İmparator Enerji, GeoPower, İstanbul

Anonymous d, 2015, Akışkan Yataklı Yakma Kazanı, http://www.mimsan.com.tr, Mimsan A.Ş. , İstanbul

Anonymous e, 2015,http://www.atlasinc.dk/

Anonymous f, 2015,http://www.santes.com.tr/

Anonymous g, 2015, http://www.ottusa.com/mobile_ systems/ mobile_systems.htm

Anonymous, 2017 SEPURAN membrane fibers: http://www.sepuran.com/product/ sepuran/en/ Pages/ selective-permeation.aspx

Ashizawa M, et al. 2006, CO_2 gasification rate analysis of coal char in entrained flow coal gasifier. Fuel. 2006;85:163-169.

Bell D.A. Towler B.F., Fan M., 2011, Coal Gasification and Applications, ISBN: 978-0-8155-2049-8, Elsevier Inc., Oxford

Donskoi, E.& McElwain, D.L.S., 1999, Approximate modelling of coal pyrolysis, Fuel, 78 , pp. 825–835 https://doi.org/ 10.1016/j.apm.2017.01.069

TKİ 2013, Coal Report, Silopi Thermal Power Plant

EIA Report, 2013, Global Thermal Power Plant Proposal Sheet.

EEA, 2015, EEA Coal Institute, Coal Report, (EU29 Report)

TAM 2009, Turkısh Agricultural Ministry , Report of Statistics for Municipal Waste

Hamdya O, Bassilyb M A., El-Batshc H M., Mekhaild T A., 2017, Numerical study of the effect of changing the cyclone cone length on the gas flow field, Applied Mathematical Modelling, Vol46, pp 81-97

Jess A, Andresen A-K., 2009, Influence of mass transfer on thermogravimetric analysis of combustion and gasification reactivity of coke. Fuel.; doi:10.1016/j.fuel 2009.09.002 Kajitani S, Suzuki N,

NBSC, 2014, National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook; China Statistics Press: Beijing, China, 2014.

Yildirim İ. Tosun, 2014, Benefaction and Pyrolysis of Şırnak Aspaltite and Lignite, IJCCE International Journal of Clean Coal and Energy, Vol 3, issue 2, pp13-18, DOI: 10.4236/ijcce.2014.32002

Yıldırım İ. Tosun, 2017, Mıcrowave plasma combustıon of coal wıth maıze slush and waste cardboard, wood ın modıfıed tube furnace**,** 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017, www.sgem.org, SGEM2017 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7408-07-2 / ISSN 1314-2704, 29 June - 5 July, 2017, Vol. 17, Issue 42, 429-436 pp, DOI: 10.5593/sgem2017/42/S17.054. Albena Resort, Bulgaria

ARCHITECTURE SCIENCES
MİMARLIK BİLİMLERİ

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

SAĞLIK YAPILARINDA YEŞİL ALAN KULLANIMININ KULLANICI PSİKOLOJİSİNE ETKİLERİ

The Effects of Green Space on Users' Psychology In Healthcare Facilities

Y. Mim. Ayşe İmre Özgen[1] & Dr. Öğr. Üyesi Ebru Güller[2]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, İzmir. e-posta: imreozgen@gmail.com
[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, İzmir. e-posta: ebruguller@gmail.com

Öz: "Doğa" ve "doğal yaşama yakınlık" insanların bedenen ve ruhen sağlıklı bir hayat sürmelerinde önemli bir etmendir. Doğanın insanlar üzerindeki rahatlatıcı ve iyileştirici etkileri uzun zamandır bilinen bir gerçek olup, mimari tasarıma doğayı entegre etme çabası çok eski tarihlere dayansa da, günümüzde çoğu zaman ihmal edilmektedir. Oysaki özellikle sağlık mekânları söz konusu olduğunda, doğanın iyileştirici gücünden faydalanmak daha da önem kazanır. Zor durumda olan, şifa bekleyen hastalar, hasta yakınları ve onlara yardım etmeye çalışan sağlık personeli üzerindeki stresi azaltmak ve dolayısıyla tedaviye psikolojik olarak da destek olabilmek önemlidir. Sağlık çevrelerinde yeşil alan tasarımının bilinçli ele alınmasıyla iyileşme hızında da artış sağlandığı birçok çalışma tarafından belirtilmektedir. Bu kapsamda, çalışmada sağlık mekânlarındaki yeşil alanların kullanıcılarının psikolojilerine etkilerini ortaya koymak ve mevcut çevrelerin iyileştirilmesi için tasarım kriteri önerileri oluşturmak hedeflenmiştir. Bu bağlamda, sağlık yapılarında yeşil alan kullanımı ve kullanıcılar üzerindeki etkileri literatürde araştırılmış ve seçilen örnek sağlık yapısı bu bulgular üzerinden incelenmiştir. Örnek sağlık yapısı olarak Glasgow Homeopatik Hastane, doğayı odağına alan ve kullanıcıları sürece dahil eden bütüncül tasarım yaklaşımı ile ele alınmış ve sağlık mekânlarında yeşil alan tasarım kriterlerinin ortaya konulmasında yol gösterici olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sağlık Yapıları, Yeşil Alan, Psikoloji, Kullanıcı Gereksinimleri, Homeopatik Hastane

Abstract: "Nature" and "closeness to natural life" form one of the milestones of a physically and psychologically healthy life for people. Despite it's a known fact that nature has a relaxing and healing effect on people and has been integrated in architectural design for a long time, nowadays it's usually being ignored. However, especially when healthcare facilities are in the question, benefiting from nature's healing effect becomes more and more important. Decreasing stress level on patients and their relatives who are in distress and on caregivers who are trying to help may be realized through creating a psychologically supportive space. Moreover, it is shown by numerous researches

that handling green space design consciously in healthcare facilities accelerates the healing process. In this study, exploring effects of green space usage on healthcare users and ameliorating environments by suggesting new design are aimed. Therefore, green space usage in healthcare facilities and its effects on users have been researched through literature review and a sample healthcare facility has been evaluated within the scope of this research paper. Glasgow Homeopathic Hospital, handled through its holistic design which focuses on nature and includes users in the design process, has been evaluated as a guide to establish some green space design criteria for healthcare facilities.

Keywords: Healthcare Facilities, Green Space, Psychology, User Needs, Homeopathic Hospital

GİRİŞ

Sağlık, insanın öncelikle yaşamını sürdürebilmesi sonrasında da kaliteli bir yaşama sahip olabilmesi için en temel gereksinim olarak belirtilmektedir (Ataman ve Kurşunluoğlu Yarımoğlu, 2018). Bu süreçte "doğa", "doğal çevre" ve "doğal yaşama yakınlık" insanların ruhen ve bedenen sağlıklı bir yaşam sürmesi için temel yapıtaşlarını oluşturmaktadır (Moughtin ve McMahon ve Signoretta, 2009). Birçok araştırmada yeşil alan olarak tanımlanan yerlerin genellikle kamusal park ve bahçeler olduğu görülür; ancak sokaktaki ağaçlar, spor alanları, özel veya yarı kamusal bahçeler, konutlara ait yeşil alanlar, çatı bahçeleri gibi yaşayan bitkilere ev sahipliği yapan doğal örtüye sahip her yer, yeşil alan olarak tanımlanabilir (WHO, 2016). Bu aktarımda yeşil alanları, "sağlık" ve "iyilik hâli" üzerindeki etkileri açısından da ele alacak ve evrensel olarak kabul görecek çok yönlü bir tanımlama eksik kalmaktadır (WHO, 2016). Bu nedenle çalışma kapsamında yeşil alanların kullanıcı üzerindeki etkilerinin araştırılarak öne çıkarılması önemsenmiştir.

Terapötik (Tedavisel) mekânlar oluşturulurken mimarın görevi fiziksel çevreyi düzenlemekle sınırlı kalamaz. Mekânın nihai kullanıcılar tarafından nasıl algılanacağı ve kullanılacağı ayrıca önem taşır. Bu yaklaşımla fiziksel özelliklerin yanı sıra psikolojik faktörlerin göz ardı edilmediği tam bir terapötik ortam tasarımından bahsedilebilir (Makki bt). Yapılı çevrenin ruh sağlığı üzerindeki etkilerine yönelik farkındalık arttıkça, terapötik alanlar tasarlamak için mimarlar ve psikolog ile psikiyatrlar arasındaki iletişimin ne kadar önemli ve kaçınılmaz olduğu da ortaya çıkmaktadır (Makki, t.y.). Psikolojik etmenlerin göz önünde bulundurularak mimari tasarım sürecine dahil edilmesi, tasarımın amacına ulaşması açısından da önemli bir parametredir. Ancak günümüzde sağlık yapılarının tasarımında işlevsellik, maliyet, ekonomik verimlilik gibi teknik faktörlere daha çok önem verilirken, bu mekânların nihai kullanıcıları üzerinde sahip oldukları psikolojik ve sosyal etki hâlâ

çoğunlukla göz ardı edilmektedir (Ulrich, 2000). Bu durum özellikle fizyolojik ve psikolojik olarak zor durumda bulunan hasta kişiler, yakınları ve sürekli bu ortama maruz kalan sağlık çalışanları açısından daha da büyük bir sorun teşkil etmektedir. Çalışma kapsamında; mimari çevrenin kişiler üzerindeki etkileri bağlamında sağlık mekânlarındaki yeşil alanların, kullanıcıların psikolojilerine etkilerini ortaya koymak hedeflenmektedir. Bu amaçla, yeşil alan ve hasta psikolojisinin tanımlanmasının ardından sağlık mekânlarında yapılı çevrenin oluşturduğu psikolojik etkilerin, bu etkilerde yeşil alanların payının ve hasta olan kişiler üzerindeki yansımalarının incelenmesi adına öncelikle kapsamlı bir literatür taraması yapılacaktır. Daha sonra, örnek olarak seçilen bir sağlık yapısı yeşil alan kullanımı açısından incelenerek güçlü ve zayıf yönleri ortaya koyulacak ve bu bağlamda sonuçlar tartışılacaktır.

ÇEVRESEL TASARIMIN PSİKOLOJİYE OLAN ETKİLERİ

Eski çağlardan beri mevcut çevrenin ruhsal durumu etkilediği kabul edilmektedir (Golembiewski, 2015). Bu etkinin anlaşılabilmesi ve yönetilebilmesi ise çevrenin nasıl algılandığının ve insanlar üzerinde nasıl etkilere sahip olduğunun ortaya koyulması ile mümkün olabilmektedir. Rapoport (1977) çevresel algıyı farklı duyular aracılığıyla hissedilen çevrenin, çeşitli bilişsel aşamalardan geçirilerek (kategorize etme, düzenleme vb.); kişilerin karakterleri, değerleri, kuralları ve beklentileri doğrultusunda nitelendirilmesi sonucunda mekânlara karşı duygusal ve davranışsal ürünler oluşturulmasını sağlayan seçimler ve kararlar olarak tanımlamaktadır. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere çevresel algılama sürecinde insanları etkileyen fiziksel faktörlerin yanı sıra kişilik özellikleri, geçmiş deneyimler, içinde yaşanılan kültür vb. psiko-sosyal faktörlerin etkisi oldukça önemlidir. Bu faktörler Maslow'un (1954) ortaya koyduğu üzere fizyolojik, güvenlik, aidiyet, statü, sosyalleşme, kendini gerçekleştirme gibi ihtiyaçları sonucunda ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, her mekânın kullanıcıları ve kullanıcıların ihtiyaçları doğrultusunda karşılaması gereken bazı tasarım özellikleri bulunmaktadır. Sağlık yapılarının çoğunlukla insanların zor ve zayıf anlarında bulundukları mekânlar olduğu düşünüldüğünde, tasarım sürecinde kullanıcılar üzerindeki psikolojik etkilerin özellikle dikkate alınması gerekmektedir.

SAĞLIK YAPILARINDA TASARIM VE PSİKOLOJİ

Kullanıcılar ve İhtiyaçları

Sağlık yapılarında, mekânların kullanıcıları hastalar, hasta yakınları ve sağlık çalışanları olarak kategorize edilebilmektedir (Stankos ve Schwarz, 2007). Mekân tasarımının tüm bu kullanıcılar üzerindeki sosyo-

psikolojik etkilerini inceleyen deneysel çalışmalar ve araştırmalarda ortaya çıkan etkiler bu çalışma kapsamında kullanıcı grubu bazında detaylı olarak incelenecektir.

Öncelikle hastalar açısından bakıldığında hasta olma hâli ve hastalık psikolojisini açıklamak doğru olacaktır. Hasta olmak, hastaneye gitmek çoğu insan için psikolojik açıdan zorlu ve rahatsız edici bir deneyim olarak belirtilebilir. Güller'e göre hastanede kalmak; sınırlı bir odada bazen de yatağa bağımlı olarak yatmak, sosyal iletişimden kopmak, zaman kavramını yitirmek, acı ve rahatsızlık veren işlemler görmek gibi temelde özgürlüğün olmadığı ve yalnızlığın arttığı bir deneyime dönüşebilir (2007). Özellikle hastanede kalış süresinin arttığı durumlarda bu durumdan duyulan fiziksel ve psikolojik rahatsızlıkların yanı sıra iyileşememe korkusu gibi faktörler de devreye girerek kişiler üzerinde kızgınlık, üzüntü, şaşkınlık, korku gibi duygularla doğru orantılı olarak stres ve depresyon riski artmaktadır (Güller, 2007). Ancak iyi bir mekân tasarımı sayesinde hastalarda oluşan stresi azaltarak, tansiyon ve hissedilen ağrı derecesini düşürerek, ruhsal durumu düzelterek iyileşmeye yardımcı olunabileceği belirtilmektedir (Güller, 2007; Ulrich, 2000).

Hastalığın ve hastanelerin hasta kişiler üzerinde yarattığı psikolojik rahatsızlıkla doğru orantılı olarak yakınlarının da bu durumdan etkilendiği aşikardır. Yakınlarının hasta olması, tedavi süreci, operasyon ihtimalleri, tıbbi araç gereçler, hasta yakınlarının da endişe ve korku duymasına neden olabilir (Güller, 2007). Ancak olumlu duygular uyandıracak insancıl bir mekân tasarımı ile rahatlatıcı ve iletişimi destekleyen bir çevre sağlamak mümkündür. Bu ortamda hastalarıyla ve bakım sağlayan personelle daha iyi iletişim kurabilen hasta yakınları, tedavi sürecinde yardımcı bir rol üstlenerek iyileşmeye katkı sağlayabilmektedirler (Ulrich, 2000).

Bir diğer sağlık mekânı kullanıcısı olarak sağlık personeline baktığımızda ise hızlı çalışma baskısı, anormal ve düzensiz çalışma saatleri, iş yükü fazlalığı, düşük gelir ve yan haklar, hastalık ve hasta bakımından oluşan duygusal etkilenmeler gibi birçok negatif etkiye maruz kaldıkları ve dolayısıyla zihinsel ve fiziksel rahatsızlıklar, tükenmişlik hâli, yorgunluk ve sıkıntı gibi problemlerle sıklıkla karşılaştıkları görülmektedir (Kalınkara ve Kalaycı, 2018). Psikolojik açıdan çalışanları en çok zorlayan durumun, sürekli olarak zor durumdaki kişilerle ilgilenmek sonucunda oluşan ve merhamet yorgunluğu olarak adlandırılan, tükenmişlik durumuna sebep olabilecek travmalar olduğu belirtilmiştir. Ayrıca fiziksel ortam koşulları ve rahatsız çevre de mevcut sorunlar arasında,sıralanmıştır (Kalınkara ve Kalaycı, 2018). Oysaki

çalışanların verimliliği ve devamlılığı açısından, psikolojik sermaye olarak adlandırılan öz yeterlilik, iyimserlik, umut ve dayanıklılık olarak belirtilen özelliklerin sürdürebilir olması büyük önem taşımaktadır (Korkmazer ve Ekingen ve Yıldız, 2016). Dolayısıyla sağlık çalışanlarının ortaya çıkan bu sorunlarla baş edebilmek adına zaman zaman yalnız kalabilmesi, sakinleşmesi, dinlenmesi ve diğer çalışanlarla sosyalleşebilmesi oldukça önem taşımaktadır (Güller, 2007). Dolayısıyla çalışanların çalışma stresini azaltmak, motivasyonunu ve verimliliğini arttırmak, sorunlarla başa çıkabilmelerine yardımcı olan alanları oluşturmak gerekir (Ulrich, 2000).

Sağlık mekânlarının kullanıcılarını ve psikolojik ihtiyaçlarını özetleyecek olursak; hastalar için tıbbi açıdan iyileşme ve stresle başa çıkma, çalışanlarda çalışma isteği ve motivasyon, hasta yakınlarında ise tedavi sürecindeki varlıkları ve etkinlikleri ve tüm bu kullanıcılar arasındaki iletişim adına sağlık çevrelerinin bu farkındalıkla tasarlanması gerekmektedir (Stankos ve Schwarz, 2007).

Psikolojiyi Etkileyen Tasarım Faktörleri

Sağlık mekânlarında kullanıcılar üzerinde yoğun stres oluştuğu bilinmesine rağmen kaygıları önlemeye, kullanıcıları sakinleştirmeye ve ruhsal/duygusal sağlıklarını desteklemeye yönelik bir yaklaşım, tasarım sürecinde henüz öncelikli yerini alamamıştır (Ulrich, 2002). Stres yaratan durumları azaltabilmek için karşılanması gereken en önemli psiko-sosyal ihtiyaç güvenliğin sağlanmasıdır (Güller, 2007). Hastaların kendilerini güvende hissettikleri kadar rahat, konforlu ve en önemlisi hastanede olmalarına rağmen “evde olma” hissi sağlayabilecek bir tasarım anlayışı; dışlanmış hissetme, sıkılganlık, tükenmişlik, saldırganlık gibi birçok stres faktörünü ortadan kaldırmak ya da en azından önemli ölçüde azaltmak konusunda etkili olmaktadır (Golembiewski, 2015; Güller, 2007; Özgen, 2016). Bu tasarım anlayışının mekânlarda uygulanabilmesi ise; renk, ışık, doku, koku, ses gibi algısal faktörlerin; boyut, mekân organizasyonu, malzemeler ve yeşil alan kullanımı gibi fiziksel faktörlerin ve ferahlık, özgürlük, sakinlik ve güvenlik gibi psiko-sosyal faktörlerin bir araya doğru bir şekilde getirilmesiyle sağlanabilmektedir (Özgen, 2016). Bu çalışmada, tasarım faktörleri arasından yeşil alan kullanımına odaklanılmış ve örnek olarak seçilen bir sağlık yapısı bu doğrultuda incelenmiştir.

SAĞLIK YAPILARINDA YEŞİL ALAN KULLANIMI

Yeşil alanların sağlık mekânlarında, kullanıcılar üzerindeki olumlu etkileri bin yıldan fazladır bilinen bir gerçektir (Ulrich, 1984). Ancak 1900’lerin başında, sağlık mekânlarındaki enfeksiyon riskini aza

indirmek adına yeşil alanlar ortadan kaldırılmış, yapı tasarımında fonksiyonellik üzerine odaklanılmıştır; bunun sonucunda kurumsal yapısı ve stres oranı yüksek, kullanıcıların psikolojik ihtiyaçlarının gözardı edildiği mekânlar ortaya çıkmıştır (Adevi ve Martensson 2013; Ulrich, 2002). Bu tespitler doğrultusunda, son yıllarda, sağlık mekânlarında fonksiyonel olarak verimli, hijyenik, aynı zamanda da memnuniyet verici ve stres azaltıcı karakteristiğe sahip mekânların tasarımı konusundaki farkındalık artarken, sağlık mekânlarında doğal ve yapılı çevre dengesine ve dış mekânlara verilen önem de her geçen gün artmaktadır. Psikolog, psikiyatr, şehir bölge plancısı, peyzaj mimarı gibi meslek insanlarından oluşan disiplinlerarası ekipler bir arada çalışarak doğanın ruh sağlığı üzerindeki iyileştirici etkilerini araştırmaktadır. Mimar da bu bilgiler ışığında doğayı tasarıma dahil etmelidir (Bailey, 2017; Makki, t.y.; Ulrich, 2002).

Yeşil Alanın Psikolojiye Olan Etkilerini İnceleyen Çalışmalar

Deneysel çalışmalarda doğal çevrelerin yapılı çevrelere göre daha iyileştirici ve yenileyici olduğu ortaya konmuştur (Adevi ve Martensson, 2013; Ulrich, 1984). Verderber (1986) altı hastanede yapılan çalışmalarda pencereden görünen manzara kalitesinin iyileşme veya rehabilitasyon sürecindeki hastalara büyük ölçüde yardım ettiğini belirtmektedir. Sadece yeşillik, çiçekler, su gibi doğal elementlerin bulunduğu çevrelere bakmanın bile herhangi bir yapılı çevrenin doğa yoksunu (oda, bina, kent vb.) görüntüsünü izlemekten daha stres azaltıcı, memnuniyeti ve sakinliği destekleyici, iyileşmeyi tetikleyici olduğu ve hatta korku, üzüntü, öfke gibi negatif duyguları azalttığı kanıtlanmıştır (Karlin ve Zeiss, 2006; Ulrich, 2002). Bu konuda yapılan önemli çalışmalardan biri İsveç- Uppsala Üniversitesi hastanesinde Outi Lundén, John Eltinge ve Roger Ulrich tarafından yürütülmüştür. Kalp operasyonu geçirmiş 160 hasta üzerinde yapılan çalışmada; üç gruba ayrılan hastalardan bir grubun doğa resimlerine, bir diğerinin soyut resimlere, kontrol grubunun ise düz bir panele baktırılmasıyla elde edilen sonuçlarda doğayı izleyen gruptaki iyileşme hızı ve düşük stres seviyesi dikkate değer görülmüştür (Ulrich, 2002). Bu etkilerin değerlendirilmesindeki aracılar; kan basıncının düşmesi, kalp fonksiyonlarının düzene girmesi, kasların gevşemesi ve beynin elektriksel aktivitelerinin düzenlenmesi olarak belirtilmiştir (Ulrich, 2002).

Kentsel ölçekte yapılan çalışmalara baktığımızda, küresel kentleşme yeşil alana ulaşma imkânlarını kısıtlamış olsa da, "yeşil alanların çevresinde bulunma" ve "psikolojik olarak iyi durumda olma" hâlinin yakın bir ilişki içerisinde olduğuna dair birçok kanıt bulunmaktadır. Daha

fazla yeşil alanın bulunduğu bölgelerde yaşayan kişilerde daha sağlıklı kortizol seviyeleri, daha az depresyon ve kaygı saptanmıştır (Barton ve Rogerson, 2017).

Yeşil alanın stres hormonu olarak da bilinen kortizol üzerindeki etkisini ortaya koyan bir diğer kanıt ise İskoçya'da yapılan bir çalışma olup, bu çalışmada insanların gün içindeki kortizol seviyesi ölçülmüş, yeşil alanlara yakın oturanların daha sağlıklı kortizol seviyelerine ve daha az strese sahip oldukları görülmüştür (Rugel, 2015). Tüm bu araştırmalar, sağlık mekânlarına yeşil alanların dahil edilmesinin ne denli önemli olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Yeşil Alan Kullanım Çeşitleri

Yeşil alanlar sağlık yapılarında görsel ve mekânsal olarak iki şekilde kullanılabilmektedir.

- *Görsel Kullanım*

Yeşil alan için yapılmış en geniş kapsamlı tanım; 'fotoğrafına bakılarak sanal olarak da dahil olunabilen orman dahil, bitkilerin bulunduğu herhangi bir doğa ortamı' olarak yapılabilir (Rugel, 2015). Dolayısıyla yeşil alan ifadesiyle belirtilen olgu, pencereden görünen ancak içinde bulunulmayan bir doğa manzarası da olabilir. Bu manzara, değerli bir tasarım elemanı olarak, kullanıcıların üzerinde; hastalarda stresi azaltıp iyileşme süresini kısaltmak, sağlık çalışanlarında ise iş memnuniyeti sağlayarak verimliliği arttırmak gibi olumlu etkiler yaratabilmektedir (Karlin ve Zeiss; 2006; Ulrich, 2002). Manzaranın yanı sıra, her zaman uygun dış mekâna sahip olmayan sağlık yapıları da iç mekâna doğa resimleri veya iç mekân bitkileri gibi doğal unsurları katarak yapıda görsel açıdan da olsa yeşil alan algısı sağlamış ve kullanıcılar üzerindeki pozitif etkilerine ortam oluşturmuş olmaktadır (Poyraz, 2015).

- *Mekânsal Kullanım*

Yeşil alanın mekânsal kullanımı olan bahçelere gelindiğinde ise, sağlık mekânlarındaki varlıkları "stres kaynaklarını hafifleterek stresten kurtulmaya yardımcı olan, hareket ve egzersizi destekleyen, mahremiyet ve çevre kontrolü şansı sağlayan, sosyal iletişimi destekleyen, dengeli bir olumlu dikkat dağılımına yer veren bahçeler, sağlığı destekleyici bir dış mekân ortamı" olarak tanımlanmaktadır (Poyraz, 2015 s.63). Bahçede bulunmak, doğada vakit geçirmek, yalnız kalınabilecek veya sohbet edilebilecek alanların bulunması tüm kullanıcılar açısından ferahlatıcı, sakinleştirici, huzur verici etkilere sahiptir (Adevi ve Martensson, 2013; Clarke, 2016; Connelan ve diğerleri, 2013; Poyraz, 2015; Ulrich, 2002).

Büyük ağaçlar ve suyun bulunduğu geniş çim alanlar çoğunlukla korunma, huzur ve sessizlikle bağdaştırılmaktadır (Adevi ve Martensson, 2013). Fiziksel açı da göz önüne alındığında, yeşil alanların sağlığa sağladığı yararlar, azalan stres ve sosyalleşmenin yanı sıra, Hartig ve çalışma arkadaşları (2014) tarafından da belirtildiği üzere temiz hava ve artan fiziksel aktivite olarak sıralanabilir (WHO, 2016). Sonuç olarak sağlık mekânlarındaki bahçeler sosyalleşmek, düşünmek ve rahatlamak için oluşturulan ve bahçeyle uğraşılmasına olanak veren güvenli dış ortamlar olarak özetlenebilir (Connelan ve diğerleri, 2013).

İyileştirici Bahçeler

Frumkin (2001) doğanın iyileştirici yönünü hayvanlar, bitkiler, peyzaj ve vahşi hayat olarak; Kaplan ve Kaplan (1989) ise sorunlardan uzaklaşmak, doğadaki sonsuzluk ve aidiyet hissi, serbest hareket edebilmenin büyüsü ve doğaya uyumluluk olarak dört boyutta incelemektedir. Doğa ve doğadaki deneyimler iyileştirici bir etkiye yönelik olduğunda ise "bahçe terapisi" (garden therapy), "iyileştirici bahçe" (healing garden / restorative garden) gibi isimler verilmektedir (Adevi ve Martensson, 2013). Ancak bu çalışmada tüm bu tanımlar sağlık çevrelerinin ana amacı olan "iyileştirme" kavramı ile bütünleştirilerek "iyileştirici bahçe" olarak kullanılacaktır. İsveç'te 1990'larda sağlık alanı çalışanlarında fiziksel olduğu kadar psikolojik ve zihinsel rahatsızlıklara sebep veren tükenmişlik ve yorgunluk sendromlarının çoğalmaya başlaması ve hastalık izinlerinin artışa geçmesiyle iyileştirici bahçeler geliştirilmiştir (Adevi ve Martensson, 2013). Ancak iyileşmeye yardımcı olma durumuyla tedavi edici kavramı birbiriyle karıştırılmamalıdır. Bahçeler tıbbi olarak tedavi edici olmamakla beraber tedaviye veya yan etkilerinin azaltılmasına yardımcı mekânsal elemanlardır (Cooper Marcus, 2007; Poyraz, 2015). Bu yardımcı olma durumunu gerçekleştirebilmek için, terapi amaçlı kullanılan yeşil alanların, çoklu duyusal algılamaya izin vererek kullanıcıların dikkatini o an ve o mekâna odaklamasını sağlayan, monotonluktan uzak tasarlanmış olmaları gerekmektedir (Poyraz, 2015).

İyileştirici bahçeler; terapötik, sosyal ve fiziksel özelliklere sahip olmakla beraber; katılımcıların sosyalleşme, zihnen ve bedenen stabil yani dengede olma ve meslek öğrenme gibi tedavi sonrası topluma karışmak açısından önemli becerileri kazanmasına yardımcı aktivitelerin de gerçekleştirildiği mekânlardır (Parr, 2005). Sosyalleşmeyi destekleyen etkin terapilerin yürütülebildiği, sağlık çalışanları ve hastaların hem kendi aralarında hem de birbirleriyle iletişime geçebildiği çok yönlü aktivitelere olanak veren bu bahçeler, hem birey hem toplum sağlığını destekler (Adevi ve Martensson, 2013; Clarke, 2016). Fiziksel açıdan bakıldığında

temiz hava ve doğal ortam sunan bahçelerde yapılan fiziksel aktiviteler bedeni sağlıklı tutmakla beraber, ruhsal açıdan da sağlığı korumaya yardımcı olur (Barton ve Rogerson 2017; Clarke, 2016; Lee ve Mahesweran, 2010; Poyraz, 2015;).

Leah Diehl tarafından iyileştirici bahçeler; dinlendirici ve yenileyici özellikte olup hareketli aktiviteleri içinde barındırmayan pasif bahçeler ve bahçecilik gibi iş uğraş terapilerinin daha çok görüldüğü aktif bahçeler olmak üzere iki başlık altında tanımlanmıştır (Fleming ve Figueiredo, 2013).

- *Pasif bahçeler* kullanıcıların sadece içinde bulunarak veya süregelen psikolojik terapilerin bahçelerde yapılmasıyla örneklendirilebilir. Huzur, sessizlik, dinginlik gibi kavramlarla bağdaştırılmasıyla, hem çalışanların hem de hastaların gün içindeki stresten kaçmak için bahçeleri kullandıkları görülmektedir (Ulrich, 2002). Bunun yanı sıra, herkesin kendi beğenisine veya ihtiyacına göre bir yer bulabildiği bahçeler için "düşüncelerin özgürce dolaşabildiği yer" olarak da bahsedilmektedir (Adevi ve Martensson, 2013).

- *Aktif bahçeler* ise bahçecilik terapisi (horticulture therapy), doğada sanat terapisi gibi iş-uğraş terapilerine olanak sağlayan bahçeler olarak özetlenebilir. Sağlık mekânlarında bahçecilik terapisi (horticultural therapy) uğraş terapisi kapsamında 1930'lardan beri kullanılmakla beraber; ekip-biçme, bahçe tırmıklama, tohum yetiştirme gibi iyileştirici özellikleri olan aktivitelerden oluşan başlı başına bir disiplin hâline gelmesi 1950'lerden sonra meydana gelmiştir (Ulrich ve diğerleri, 1991). Bu konuda uzman bir profesyonel tarafından yönetilen ve bitkiler aracılığıyla yapılan bahçecilik terapisi, hem hastalar hem de sağlık çalışanlarının aktif veya pasif olarak katılım sağladıkları, sosyalleşme olanağı buldukları ve sonuç olarak klinik açıdan iyileşme sağlayan bir terapi biçimi olarak sağlık mekânları bahçelerinde uygulanmaktadır (Adevi ve Martensson, 2013; Parr, 2005).

Sağlık Yapılarında Yeşil Alan Tasarım Faktörleri

Sağlık yapılarında ihtiyaç duyulan tasarım dilinin güvenlik, huzur ve ferahlık hissini destekleyici özellikte olması ve fiziksel, psiko-sosyal ve algısal etmenlerin tasarımda dikkate alınması gereği daha önce de belirtilmişti. Yapılan araştırmalar sonucunda sağlık yapıları tasarımında bu etmenlerden öne çıkanlar; doğa unsurları, doğal ışık, çeşitli uyaranlar (renk-doku-koku), huzur veren sesler, doğal manzaralar ve güzellik olgusu olarak özetlenebilir (Poyraz, 2015; Connelan ve diğerleri, 2013). Bahçelere bakıldığında ise çeşitli yeşil bitkiler, çiçekler, su, doğa sesleri ve kuşlar gibi doğal yaşam göstergelerinin bulunduğu tasarımların

kullanıcılar üzerinde sakinleştirici ve iyileştirici etkilerinin daha yüksek olduğu çeşitli çalışmalarca kanıtlanmıştır (Ulrich, 2002). Sağlık yapılarında yeşil alan tasarımında öne çıkan unsurlara; mekân kurgusu, doğal ışık kullanımı, malzeme seçimi, bitki seçimi, su kullanımı başlıkları altında değinilmiştir.

- *Mekân kurgusu*

Dolaşımın karışık olmaması ve güvenlik kıstasını yerine getirebilmesi adına sade bir plan şeması oluşturulması önemlidir (Connelan ve diğerleri, 2013). Ayrıca yeşil alan kullanımı düşünüldüğünde görsel algılamanın veya mekânsal olarak ulaşım ve erişimin rahatlıkla sağlanması beklenmektedir. İç-dış mekân etkileşiminde yeşil alan sürekliliği ile kullanıcıların doğal çevre getirilerinden maksimum fayda elde etmeleri sağlanabilir.

- *Doğal ışık kullanımı*

Doğal ışık, insanlara kendilerini sağlıklı, enerjik ve mutlu hissettirerek antidepresan etkisi yaratmaktadır (Özgen, 2016). Ruh durumu üzerindeki bu pozitif etki göz önüne alındığında sağlık yapılarında iç mekânlara, ısıl ve görsel konforu sağlamaya dikkat ederek, mümkün olduğunca çok doğal ışık sağlamak kullanıcıların psikolojileri açısından oldukça önemlidir (Connelan ve diğerleri, 2013). Bahçe kullanımında zaten açık alanda bulunulması sayesinde doğal ışık oldukça etkilidir, ancak bu durumda da kişilerin fazla aydınlık veya ısıdan rahatsız olabileceği göz önünde bulundurularak gölgede kalan bölgeler de oluşturulması gerekmektedir.

- *Malzeme seçimi*

"Ev gibi" bir atmosfer yaratmak ve doğayı vurgulamak adına hem malzeme hem de renk ve doku seçiminde doğal ürünlerin tercih edilmesi daha doğru olacaktır (Özgen, 2016; Poyraz, 2015).

- *Bitki seçimi*

Bahçelerde veya iç mekânda yeşil alan düzenlemelerinde yerel ve ulaşılabilir bitkilerin kullanılması, renkli ve kokulu çiçeklerin algısal çeşitlilik yaratarak uyaran düzeyini yükseltmesi ancak bütün bitkilerin alerji yapmayan özellikte olması durumuna dikkat edilmelidir. Bu nedenle tasarımın konunun uzmanları tarafından yapılması gerekmektedir.

- *Su kullanımı*

Su, özellikle ruh ve sinir hastalıkları hastaneleri ya da eski adlarıyla bimarhanelerde, yüzyıllardır hareketi ve sesi sayesinde tedavi edici unsur

olarak kullanılmaktadır (Özgen, 2016). Fiziksel ve ruhsal olarak yenilenme, tazelenme, dengelenme gibi iyileştirici etkilere sahip olmakla beraber; sakinleşme, odaklanma, huzur bulma gibi psikolojik etkileri de olması, suyun bahçe tasarımlarına dahil edilmesinin önemini arttırmaktadır (Poyraz, 2015).

Sonuç olarak, iyileştirici etkiye sahip olan sağlık mekânları tasarlamak için hem iç hem dış mekânda yeşil alan kullanımının değerlendirilmesi, yeşil alanların bilinçli olarak düzenlenmesi ve böylece iç mekânda "ev gibi" hissinin oluşturulması, insancıl çevreler yaratılması, doğanın olumlu etkilerinin sağlanması ve yeşil çevre ile birlikte doğal ışık kullanımı ve sade mekânsal düzenlemeler önem kazanmaktadır (Connelan ve diğerleri, 2013; Özgen, 2016).

ÖRNEK İNCELEME

Yeşil alan kullanımının belli bir konsept dahilinde tutarlı, dayanaklı ve amaçlı kullanımının örneklendirilmesinde bu konuda belli bir farkındalıkla tasarlanmış bir sağlık yapısı seçilmesi önemsenmiştir. Yeşil alan tasarımını en başından beri dikkate alan Glasgow Homeopatik Hastane (GHH) bu konuya olan duyarlı yaklaşımla öne çıkmış, yapı yerinde incelenerek kapsamlı bir değerlendirme yapılmıştır.

İskoçya Glasgow'da bulunan hastane, "bütüncül tıp" bakış açısıyla, geleneksel tıbbın yanı sıra doğanın da tedaviye dahil edildiği bir sağlık merkezidir. Homeopati, "basit bir iyileştirme sanatı" olarak tanımlanmaktadır (Hahnemann, 1913). Homeopati, hastalıklara benzeyen semptomları ortaya çıkaran doğal ilaçların düşük dozlarda verildiği, gerçek hastalıkla savaşma gücünü arttıran bir tedavi şekli olarak özetlenebilir (Yıldız ve Ürper, 2013).

Glasgow Homeopatik Hastanesi proje yöneticisi iyileştiren mekân yaklaşımlarını "Bizim amacımız insanların eğer mümkünse kendilerini iyileştirmesi veya en azından acılarının dinmesini sağlamaktır. Biz iyileşmeyi destekleyen bir yer, mekân, atmosfer, yaklaşım ve deneyim yaratmak istiyoruz." şeklinde belirtmiştir (Dr David Reilly 1995). Bu yaklaşıma parallel olarak doğayı temel alan bir tedavi yönteminin benimsendiği GHH'de mimari tasarım aşamasında da aynı bütüncül görüşten yararlanılmış, tasarıma kullanıcılar da dahil edilmiş ve doğanın iyileştirici gücünden maksimum fayda sağlanması hedeflenmiştir. Bu sebeple sağlık mekânlarında yeşil alanların kullanımının psikolojiye etkilerini inceleyen bu çalışma kapsamında değerli ve önemli bir örnek teşkil etmektedir.

Glasgow Homeopatik Hastane

Glasgow Homeopatik Hastane (GHH), 1995'te açılan bir yarışma sonucunda inşa edilmiştir (Şekil 1) ("Glasgow Homeopathic Hospital", t.y.). Yoğun bir tren yolu yakınında bulunan arazide sınırlara uygun olarak L şeklinde bir yapı ve geniş bir bahçe tasarlanmıştır. Giriş kuzeydoğu yönünde konumlanmış, baskın rüzgar yönü ve yoğun yağmurdan korunmak amaçlanmıştır. Jane Kelly ve Macmon Architects adlı mimari grup tasarım ekibi olarak birlikte çalışmıştır. Tasarım öncesinde potansiyel kullanıcılar olan kişilerle röportajlar yapılmış, istek ve ihtiyaçlarının neler olduğu belirlenmiş ve bu doğrultuda hastane tasarlanmıştır ("Glasgow Homeopathic Hospital", t.y.). İsteklerin başında bahçenin hastane içinden de görünebilir ve erişilebilir olması gelmektedir. Binanın iç ve dış mekânının bir bütün oluşturması, hasta odalarının hepsinden dış mekân bağlantısı kurulması, dolayısıyla entegre bir iyileşme mekânı oluşturulması hedeflenmiştir. "İyileşme" atmosferi sağlanmasında estetik kaygılar da gözetilerek kullanıcı beğenileri ayrıca dikkate alınmıştır. Ağaçlar ve çiçekler bulunmasının kullanıcılara kendilerini iyi hissettireceği yönünde yorumlar da yapılmıştır. Yürümek ve oturmak için alanlar yeşil alan deneyimini arttırmaktadır ("Glasgow Homeopathic Hospital", t.y.).

Mekâna yönelik kullanıcı yorumlarından bazıları şöyledir:

> "Burada kendin olmak konusunda teşvik ediliyorsun. Tam olarak açıklayamasam da, bedenin dışında olmak gibi değil ama kendine yukarıdan bakıp başkalarının gördüklerini görebilmeye başladığın hissi yaşanıyor." (Hasta) ("Glasgow Homeopathic Hospital", t.y.)

> "Buradaki huzur ve sükunet harika. Bir tatilden daha dinlendirici..." (Hasta) ("Glasgow Homeopathic Hospital", t.y.).



Şekil 1: Glasgow Homeopatik Hastane (Kaynak: Dr. Öğr. Üyesi Ebru Güller Arşivi, 2007)

Hastane, tasarımının birinci etabı olarak, 1930'lardan kalan 15 odalı yapının yenilenmesiyle oluşturulmuş, yeni olarak 40 kişilik bir seminer odası yapıya eklenmiştir. İkinci etap ise gerekli kaynakların bulunması durumunda inşa edilecek olup planlanan tasarımda su terapisi alanı, konferans ve çalışma alanı, sanat terapisi için esnek bir alan, bir kafe ve eczanenin hastaneye eklenmesi öngörülmektedir ("NHS Centre for Integrative Care", t.y.).

Yeşil Alan İncelemesi

Bu bölümde, Glasgow Homeopatik Hastane (GHH) yapılan literatür araştırması doğrultusunda mekânsal kurgu, doğal ışık, malzeme seçimi, bitki seçimi, su kullanımından oluşan yeşil alan tasarım kriterleri açısından incelenerek, güçlü ve zayıf yönleri ortaya konulacaktır.

- *Mekânsal kurgu*

Mekânsal kurguya bakıldığında, GHH'de en çok önem verilen tasarım kriterinin doğayla içiçe olmak olduğu görülmektedir. Büyük bir kentsel yeşil alan içinde bulunan binada girişten başlayarak bekleme alanları, sosyal mekânlar, hasta odaları, personel alanları, muayene odaları ve hemşire istasyonları yeşil alanlarla ilişki içinde tasarlanmıştır. Her hasta odasının görsel ve mekânsal açıdan bahçeye direkt erişimi bulunmaktadır (Şekil 2). Geniş saydam yüzeyle görsel erişim sağlanan bahçeye, sürgü kapıyla geçiş sağlanmaktadır.

Bahçeye erişim sadece hastalar açısından düşünülmemiş, sağlık personelinin istasyonları da görsel ve mekânsal olarak bahçeyle bağlantılı tasarlanmıştır (Şekil 3). Bunun yanı sıra, iş saatlerindeki direkt günışığının rahatsız edici etkisini engelleyebilmek için personel alanları kuzey ve doğu yönünde konumlandırılmıştır ("Glasgow Homeopathic Hospital", t.y.).

> "Burada çalışmayı istememin en önemli sebeplerinden biri bina. Havadar, aydınlık ve davetkar... Birçok duyuya hitap eden bir ortam yaratan bu hastanede çalışmanın en güzel tarafı pencereleri açıp kuş seslerini çalışırken dinleyebilmektir." (Candida Fenton, Kütüphaneci) ("Glasgow Homeopathic Hospital", t.y.)



Şekil 2: Hasta odaları (Kaynak: Dr. Öğr. Üyesi Ebru Güller Arşivi, 2007)



Şekil 3: Personel alanı ve hemşire (Kaynak: Dr. Öğr. Üyesi Ebru Güller Arşivi, 2007)

Doğal ışık

Doğal ışık antidepresan etkisiyle psikolojiye etki eden önemli etmenlerden biridir. GHH'de doğal ışığın yapıda mümkün olabilen her yere ulaşması sağlanmaya çalışılmıştır. Tüm hasta odalarının, personel alanlarının, fizik tedavi ve spor mekânının (Şekil 4) bahçeye açılması doğal ışıktan yararlanmayı da sağlamaktadır. Ayrıca çatı ve galerilerdeki pencere açıklıkları dışarıyla direkt bağlantısı bulunmayan koridorlara ve ortada kalan mekânlara doğal ışığı ulaştırmaktadır (Şekil 5).

"Tamamen camla kaplı bahçe cephesi sayesinde hem mevsimsel olarak değişen bahçeyi izlemek hem de içeri giren doğal ışığın kalitesi tüm gün çalışmanın kasvetini dağıtıyor." (Stephanie Wilson, Psikoterapist) ("Glasgow Homeopathic Hospital", t.y.).



Şekil 4: Spor salonu (Kaynak: Dr. Öğr. Üyesi Ebru Güller Arşivi, 2007)



Şekil 5: Hemşire istasyonu (Kaynak: Dr. Öğr. Üyesi Ebru Güller Arşivi, 2007)

- *Malzeme seçimi*

Doğayı merkeze alan bir tasarıma sahip olan GHH'de, seçilen malzemelerin de doğal, geri dönüştürülebilir ve çevreye duyarlı olmasına özen gösterilmiştir ("Glasgow Homeopathic Hospital", t.y.). Odalardan bahçeye çıkışta bulunan platformlar ahşap olup mobilyalar ise ahşap ve deri kullanılarak yapılmıştır (Şekil 6). İç mekân zemini sağlık mekânlarında hijyen kıstasları da göz önünde bulundurularak linolyum kaplanmıştır. Dış mekâna bakıldığında, bahçedeki sert zeminler doğal taşlarla kaplanmış, peyzaj düzenlemesinde ise çakıllar ve tuğlalardan yararlanılmıştır (Şekil 7).



Şekil 6: Hasta önü ahşap platformlar (Kaynak: Dr. Öğr. Üyesi Ebru Güller Arşivi, 2007)



Şekil 7: Dış mekan doğal taş zemin kaplama (Kaynak: Dr. Öğr. Üyesi Ebru Güller Arşivi, 2007)

- *Bitki seçimi*

Hastanenin tasarımında doğa odak noktası olduğu için bitki seçimine oldukça önem verilmiş; duyusal uyarımı da destekleyecek şekilde, çeşitli form ve dokularda, dört mevsim renk katacak bitkiler tercih edilmiştir (Şekil 8). İç mekândan yumuşak renklerde görülen bahçenin dış çeperi, lavantalarla kaplı bir duvar ve söğüt ağaçlarıyla sınırlandırılmıştır. Ağaçlar, çalılıklar, egzotik çim alanlar, nadir çiçekler ve aromatik bitkiler gibi çok çeşitli bir skalada yıl boyu kabuğunu, tomurcuklarını, yaprak ve çiçeklerini koruyan bitkiler tercih edilmiştir ("Glasgow Homeopathic Hospital", t.y.; "NHS Centre for Integrative Care", t.y.).

Geleneksel olarak bitkisel ilaç yapımında yaygın kullanılan rezene, karakafes otu, okaliptüs gibi bitkiler ot bahçesinde, ekinezya ve civanperçemi gibi bitkiler yükseltilmiş bitki platformlarında konumlandırılmıştır. Homeopatik ilaçlarda kullanılan bambu çakıllı avluda, ormangülleri orman sınırında, nem seven çok çiçekli egzotik çiçekler ise arıların da çok sevdiği öpatoryumda bulunmaktadır ("Glasgow Homeopathic Hospital", t.y.; "NHS Centre for Integrative Care", t.y.).

Renk skalasına bakıldığında, iç mekân tasarımı, göze çok çarpmayacak şekilde beyaz, sarı, lavanta ve toprak tonları gibi doğal pastel renklerle kurgulanmıştır. Dış mekânda ise beyaz ve lavanta renkleriyle oluşturulan çakıllı avlu, yanda bulunan ot bahçesinde kullanılan maviler ve sarılarla canlandırılmıştır. Çim alanda sarı, turuncu, pembe gibi daha sıcak ve canlı renklerden oluşan çiçekler bulunurken, terasların çeperlerinde de kırmızı, mor gibi daha da canlı renklerde çiçekler kullanılmıştır.



Şekil 8: Bahçedeki bitkiler ve çakıllı avlu (Kaynak: Dr. Öğr. Üyesi Ebru Güller Arşivi, 2007)

- *Su kullanımı*

Güncel durumda GHH'de fiziksel olarak su kullanımı ne iç ne de dış mekânda görülmemektedir. Ancak bahçe içinde dolaşarak yapı girişlerini, hasta odalarının teraslarını ve bahçeyle bağlantılı diğer iç mekânları bahçenin değişik bölümleriyle bağlayan, gri renkte doğal taşla döşenmiş, geniş bir yürüme yolu, bahçe tasarımının temel strüktürünü şekillendirmekte, "yaşam gücünü ve suyu" temsil eden bir sembol niteliğinde düşünülmektedir ("NHS Centre for Integrative Care", t.y.).

> "Bir gece sıklıkla olduğu gibi uyuyamadım ve bahçeye çıktım, bambaşka bir dünya gibiydi… Bahçedeki yollar ayışığını yansıtan kurdelelere benziyordu." (Hasta) ("Glasgow Homeopathic Hospital", t.y.)

Suyu çağrıştıran bir öğenin bile olumlu etkisi olduğu düşünüldüğünde sesi, görselliği ve ferahlatıcı etkisiyle suyun varlığının etkisi tartışılamaz. Bu nedenle su öğesi gelecekte dahil edilecektir. GHH tasarımındaki ikinci etabın uygulanmasına ödenek bulunması hâlinde, su faktörünün tasarıma dahil edileceği planlardan bahsedilmektedir ("NHS Centre for Integrative Care", t.y.).

SONUÇ VE TARTIŞMA

Doğa, insanların bedenen, ruhen, sosyal ve duygusal olarak sağlıklı bir hayat sürmeleri adına büyük önem taşımaktadır (Fleming ve Figueiredo, 2013). Yapılan birçok araştırmanın ortaya koyduğu üzere, doğanın ve doğal hayatın insanlar üzerinde dinginleştirici ve iyileştirici bir etkisi vardır. Konu sağlık mekânları olduğunda, bu iyileştirici etkinin önemi daha da artmaktadır. Hâlihazırda ruhen ve bedenen zor durumda olan kişiler, yakınları ve onlara yardım etmek için çalışanlar söz konusu olduğundan, hastanede olmanın ve çalışmanın yarattığı stresi azaltmak, fiziksel ve fizyolojik ihtiyaçları karşılamanın yanı sıra psikolojik olarak destekleyici bir mekân oluşturmak, iyileşme hızında oldukça etkili olmaktadır. Böyle bir tasarım için nihai kullanıcıların gereksinimlerini ve isteklerini ortaya koymak açısından onları da sürece dahil etmek, hem tasarımcı hem de kullanıcılar açısından yol gösterici olup mekânların kullanımında kolaylık sağlayacaktır. Kullanıcıların sürece dahil edildiği ve doğanın iyileştirici gücünden faydalanmak adına yeşil alanların odak noktasını oluşturduğu bir tasarıma sahip olan Glasgow Homeopatik Hastane, sağlık mekânlarında yeşil alanların kullanıcılar üzerindeki psikolojik etkilerini ortaya koymaya çalışan bu çalışma açısından oldukça yararlı ve yol gösterici olmuştur. GHH, küçük boyutlu bir örnek olmakla beraber, tüm sağlık mekânları açısından rehber olabilecek bazı tasarım

kriterlerinin yapı üzerinden değerlendirilmesinde yardımcı olmuştur. Bu tasarım kriterleri aşağıda sıralanmıştır.

- Yeşil alanların varlığı kullanıcılar açısından pozitif etkilere sahiptir ve mümkün olduğunca tasarıma dahil edilmelidir.
- Bahçenin binayla güçlü iletişime sahip olması gerekir. Hasta odaları, personel mekânları gibi kullanıcıların en çok vakit geçirdiği yerlerden bahçeye direkt erişim olması kullanıcılar açısından oldukça olumludur. Ancak her sağlık yapısının bu imkânı olamadığı düşünüldüğünde, en azından görsel olarak bahçeyle bağlantı geniş pencereler, balkonlar gibi tasarım elemanlarıyla sağlanabilir.
- Doğal ışık antidepresan etkiye sahip güçlü bir tasarım kriteridir. Doğal ışığı galeri pencereleri, çatı açıklıkları, geniş pencereler veya ışık tünelleri gibi elemanlarla mümkün olduğunca yapının içine almak önemlidir. Bu iç mekândaki bitkilerin gelişimi açısından da önceliklidir.
- Doğanın iyileştirici gücü doğal malzemeler veya sanat eserleriyle de vurgulanabilir. Fiziksel olarak dış mekânda yeşil alan bulunmuyorsa bu eksiklik doğa resimleri, iç mekân bitkileri, ahşap gibi doğal malzemeler ve renk skalasıyla giderilmeye çalışılmalıdır.
- Bahçede birçok duyuya hitap eden bir tasarım oluşturulması gerekir, böylece kullanıcıların çevreyi, mevsimleri, günlük zaman dilimlerini algılamaları kolaylaşır; huzurlu, rahat ve dinlenmiş hissetmeleri ve odaklanmaları sağlanabilir. Renkli ve çeşitli bitkilerle görme, koklama, dokunma duyuları; kuşları çeken bitki seçimleri, rüzgar ve su faktörüyle işitme duyuları harekete geçirilebilir. Hatta meyve yetiştirilen bahçelerde tatma duyusu da devreye girmektedir.
- Bahçede kullanıcılar için hem yalnız kalabilecekleri hem de sosyalleşebilecekleri çok seçenekli alanlar oluşturulmalıdır.
- İç veya dış mekânda bitki seçimleri oldukça önemlidir. Sağlık mekânları düşünüldüğünde hijyenik veya alerjik soruna yol açmayacak bitkiler kullanılmalıdır. Ayrıca uzun ömürlülüğü ve bakım kolaylığı düşünüldüğünde oluşturulan yeşil alanlarda yerel bitkiler tercih edilmelidir.

Sonuç olarak imkânlar el verdiği ölçüde, mekânsal olarak aktif kullanılabilecek bir bahçenin sağlık yapılarına dahil edilmesi kullanıcıların psikolojisi açısından oldukça yararlıdır. Dış ve iç mekânda yeşil alanların oluşturulması, görsel veya malzeme bazında doğaya tasarımda yer verilmesi ve böylece hem fizyolojik hem de psikolojik gereksinimlerin sağlanması sağlık çevrelerindeki konfor koşullarını arttırmaktadır. Bu durum hem yeni tasarlanmakta olan sağlık çevrelerinde hem de mevcut sağlık yapılarının iyileştirilmesinde dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Adevi A. A. and Martensson F. (2013). Stress rehabilitation through garden therapy: The garden as a place in the recovery from stress. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12, 230-237. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/257669117_Stress_rehabilitation_through_garden_therapy_The_garden_as_a_place_in_the_recovery_from_stress
2. Ataman G. ve Kurşunluoğlu Yarımoğlu E. (2018). Hastane türlerine göre hasta memnuniyetini ve hastane seçimini etkileyen unsurlar. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 21 (2), 273-288. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/hacettepesid/issue/39660/469591
3. Bailey D. S. (2017). Looking back to the future: The re-emergence of green care. *Bjpysch International*, 14 (4), 79. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/320812801_Looking_back_to_the_future_the_re-emergence_of_green_care
4. Barton J. and Rogerson M. (2017). The importance of greenspace for mental health. *Bjpysch International*, 14 (4), 79-81. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/320812683_The_importance_of_greenspace_for_mental_health
5. Clarke C. and Wentworth J. (2016). Green space and health. *POSTnote***,** 538, 1-5. Erişim adresi: https://researchbriefings.parliament.uk/ResearchBriefing/Summary/POST-PN-0538
6. Connellan K. et al. (2013). Stressed spaces: Mental health and architecture. *Health Environments Research & Design Journal*, 6 (4), 127-168. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/257310003_Stressed_Spaces_Mental_Health_and_Architecture
7. Cooper Marcus C. (2007). Healing gardens in hospitals. *Interdisciplinary Design and Research e-Journal*, 1 (1). Erişim adresi: https://intogreen.nl/wp-content/uploads/2017/07/cooper_marcus.pdf
8. Fleming L. and Figueiredo M. (2013). Healing gardens for cancer populations. *A Quarterly Publication Of The American Horticultural Therapy Association*, 41 (2), 13-15. Erişim adresi: https://www.hopeinbloom.org/press/HealingGardens.pdf
9. Glasgow Homeopathic Hospital. (t.y.). Erişim adresi: http://ghh.info
10. Golembiewski J. A. (2015). Mental health facility design: The case for person centred care. *Australian & New Zealand Journal Of Psychiatry*, 49 (3), 203-206. doi: 10.1177/0004867414565477 Erişim adresi: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0004867414565477

11. Güller, E. (2007). *Sağlık Yapılarında Renk Olgusunun Özel Dal Hastaneleri Hasta Yatak Odası Örneklerinde Araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
12. Hahnemann S. (1913). *İyileştirme Sanatının Organonu.* Londra: Everyman's Library No. 663.
13. Kaplan R. and Kaplan, S. (1989). *The Experience Of Nature.* Cambridge: Cambridge University Press.
14. Karlin B. E. and Zeiss R. A. (2006). Environmental and therapeutic issues in psychiatric hospital design: Toward best practices. *Psychiatric Services,* 57(10), 1376–1378. doi:10.1176/appi. ps.57.10.1376 Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/6758958_Best_Practices_Environmental_and_Therapeutic_Issues_in_Psychiatric_Hospital_Design_Toward_Best_Practices
15. Korkmazer F. ve Ekingen E. ve Yıldız A. (2016). Psikolojik sermayenin çalışan performansına etkisi: Sağlık çalışanları üzerinde bir araştırma. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 19 (3), 271-281. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/225566
16. Lee A. C. K. ve Maheswaran R. (2010). The health benefits of urban green spaces: A review of the evidence. *Journal Of Public Health*, 33 (2), 212-222. doi: 10.1093/pubmod/fdq068 Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/46220169_The_health_benefits_of_urban_green_spaces_A_review_of_the_evidence
17. Makki A. H. (t.y.). *Healing Architecture: Designing For The Mentally Ill.* Erişim adresi: https://scholar.cu.edu.eg/?q=mmyoussif/files/ayman_makki.pdf
18. Maslow A. H. (1954). *Motivation and Personality***.** New York, NY: Harper & Row Publishers.
19. Moughtin C. and McMahon Moughtin K. and Signoretta P. (2009). *Urban Design: Health And The Therapeutic Environment***.** UK: Elsevier.
20. NHS Centre for Integrative Care. (t.y.). Erişim adresi: https://www.nhsggc.org.uk
21. Özgen A.İ. (2016). *T.C. Sağlık Bakanlığı TRSM-Toplum Ruh Sağlığı Merkezlerinin Mekânsal Açıdan Değerlendirilmesi Ve TRSM Tasarım Rehberi Önerisi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
22. Parr H. (2005). *Sustainable Communities? Nature, Work And Mental Health.* Economic & Social Research Council Research Project (RES-000-27-0043). Dundee, University of Dundee. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/profile/Hester_Parr/publication/228741810_Sustainable_communities_Nature_work_and_mental_health/links/54ddcc670cf2814662eb6944/Sustainable-communities-Nature-work-

and-mental-health.pdf
23. Poyraz A. (2015). *Akıl Hastanelerinde Hasta-Mekân Etkileşimi* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
24. Rapoport A. (1977). *Human Aspects of Urban Form***.** New York: Pergamon Press.
25. Rugel E. J. (2015). Green space and mental health: Pathways, impacts and gaps. *Vancouver: National Collaborating Centre for Environmental Health.* doi: 10.13140/RG.2.1.4477.4885 Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/282331597_Green_Space_and_Mental_Health_Pathways_Impacts_and_Gaps
26. Stankos M. ve Schwarz B. (2007). Evidence-based design in heathcare: A theoretical dilemma. *IRDP*, 1, 6-13. Erişim adresi: https://docplayer.net/2753156-Evidence-based-design-in-healthcare-a-theoretical-dilemma.html
27. World Health Organization, Copenhagen: WHO Regional Office for Europe (2016). *Urban green spaces and health.* Erişim adresi: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/321971/Urban-green-spaces-and-health-review-evidence.pdf?ua=1
28. Yıldız S. ve Ürper S. (2013). İyileştirme sanatı: Homeopati. *İntegratif Tıp Dergisi***,** 1 (1), 32-36. Erişim adresi: https://www.journalagent.com/integratiftip/pdfs/INTG-87597-REVIEW-YILDIZ.pdf
29. Ulrich R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224 (4647), 420-421. doi: 10.1126/science.6143402 Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/17043718_View_Through_a_Window_May_Influence_Recovery_from_Surgery
30. Ulrich, R. S. (2000). *Evidence Based Environmental Design for Improving Medical Outcomes.* Proceedings of the Healing by Design: Building for Healthcare in the 21st Century Conference, Montreal, Quebec, Canada. Erişim adresi: https://www.semanticscholar.org/paper/Evidence-Based-Environmental-Design-for-Improving-Ulrich/751a0146c654bf2160273c03a13cbbb40f70085e?citationIntent=methodology#citing-papers
31. Ulrich R. S. (2002). *Health Benefits Of Gardens In Hospitals.* Plants for People International Exhibition Floriade 2002. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/252307449_Health_Benefits_of_Gardens_in_Hospitals
32. Glasgow Homeopathic Hospital. (t.y.). Erişim adresi: http://ghh.info

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ÜSKÜDAR MERKEZİNDE KENT GÜRÜLTÜSÜNÜN İNSANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Determination and Evaluatıon of The Impact of Urban Noıse on People in Üsküdar Centre

Mimar Rumeysa Evli[1] & Prof. Dr. Neşe Yüğrük Akdağ[2]

1. Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Beşiktaş, İstanbul, Türkiye, rumeysaevl@gmail.com
2. Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Beşiktaş, İstanbul, Türkiye, nakdag@yildiz.edu.tr

Öz: Gürültü; insanların işitme sağlığını ve algılamasını olumsuz etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengelerini bozabilen, iş yapma gücünü yani verimliliğini azaltan, çevrenin hoşluğunu ve sakinliğini yok ederek niteliğini değiştiren önemli bir çevre kirliliğidir. Birçok bilimsel araştırmada, gürültüye maruz kalmış kişilerin hemen hemen tümünde çeşitli fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıklar bulunmuştur. Gürültülü ortamlarda uzun süre bulunmanın en belirgin karşılığı rahatsızlık, sıkıntı ve gerilim duygusu olmaktadır.
Üsküdar'ın Merkezi, tarihi ve dini yapılar bakımından yoğun bir yerleşim alanıdır ve insanın farklı nedenlerden dolayı geldiği, uğradığı kalabalık bir konuma sahiptir. Ulaşım ağlarının kesişim noktası olması, çeşitli sosyal alanları, iş yerlerini ve konutları barındırması gürültü sorununu yaratan zemini oluşturmaktadır.
Bu çalışmada, Üsküdar Merkezi'nde, kişilerin gürültüden etkilenme durumunu ortaya koymak üzere, anket çalışması gerçekleştirilmiş, ayrıca bölgenin daha ayrıntılı değerlendirilmesine olanak sağlayan gürültü haritaları hazırlanmıştır.
Araştırmanın örneklemi Üsküdar Merkez'de bulunan esnaf, ulaşım ağlarını kullanan ve aktarma halinde olan yolcular ve sosyal alanlarda bulunan kişilerden oluşmaktadır. Anketler çeşitli yaş ve meslek gruplarından, 80'i erkek ve 90'ı kadın olmak üzere toplam 170 kişiye uygulanmıştır. Anket sonuçlarına göre; kişilerin trafik, korna, yoğun insan kalabalığı ve inşaat faaliyetlerinden kaynaklı gürültülerden olumsuz şekilde etkilendiği görülmüştür. Ayrıca, gürültüden etkilenmede, kadın ve erkekler arasında belirgin ayrım bulunmaktadır. Öte yandan, insanların yüzde 90'a yakınının kendilerinin gürültüye neden olma durumunda, karşılaşacakları yaptırımlardan haberlerinin olmadığı anlaşılmıştır.
Bölgeye ilişkin hazırlanan gürültü haritaları da, alandaki gürültünün kabul edilebilir düzeylerin oldukça üzerinde olduğunu göstermektedir.
Sonuç olarak, gerek anket, gerekse gürültü haritalama çalışmaları, Üsküdar merkezinde, gürültünün insanlar üzerindeki olumsuz etkilerini açıkça ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gürültü, Gürültünün etkisi, Üsküdar Merkezi, Çevre, Gürültü Kirliliği

Abstract: Noise is an important environmental pollution that affects people's hearing health and perception negatively, and not only disrupts physiological and psychological balances, but also decreases the competence of doing business, that is, productivity. It changes the quality of environment by eliminating the pleasantness and calmness of it. Many scientific studies have found various psychological and physiological disorders in almost all people exposed to noise. The most obvious response to being in noisy environments for a long period of time is discomfort, distress and tension.

The centre of Üsküdar is a dense settlement with its historical and religious buildings and is a crowded location where people come and visit for different reasons. The fact that it is the intersection point of transportation networks and it houses various social areas, workplaces and residences constitute the basis for noise.

In this study, in order to determine the impact of noise on people, a survey was conducted in Üsküdar Centre and also noise maps were prepared to allow for a more detailed assessment of the region.

The sample of the study consists of tradesmen in Üsküdar Centre, passengers using transportation networks or transferring and people in social areas. The questionnaires were applied to 170 people from various age and occupational groups, 80 of whom were men and 90 were women. The survey results indicate that people were negatively affected by the noise caused by traffic, horns, crowds of people and construction activities. In addition, there is a clear distinction between men and women in being affected by noise exposure. On the other hand, it has come to light that almost 90 percent of the people are not aware of the sanctions they will face if they themselves cause the noise.

The noise maps prepared show that the noise in the area is well above the acceptable levels.

As a result, both survey and noise mapping studies clearly show the negative effects of noise on people in Üsküdar center.

Keywords: Noise, Noise impact, Üsküdar Centre, Environment, Noise Pollution

1.GİRİŞ

Kişiler üzerinde olumsuz etki yapan, hoşa gitmeyen ve rahatsız edici seslere gürültü denir. Gürültü çevrenin hoşluğunu, doğal sükûnetini yok eden önemli bir çevre kirliliğidir. Gürültü fiziksel, psikolojik ve fizyolojik etkilere sebep olabilmektedir.

Gürültünün canlılar üzerinde yapmış olduğu olumsuz etkiler belirlenmiş olmakla birlikte, gürültüden etkilenme derecesi, yine de o kişinin kişisel hassasiyetiyle de doğrudan ilişkilidir[1]. Gürültü, belirlerken nicel belirlemelerin yanında, nitel veriler de önemlidir. Gürültü, insanlar arasında farklı algılanabilir ve kişiden kişiye değişiklik gösterebilir.

Gürültüyü azaltmak amacıyla, farklı ülkelerde çalışmalar yapılmış, yasal düzenlemeler konulmuş ve gürültü haritaları oluşturulmuştur.

Gürültü azaltma çalışmaları; mimari, peyzaj ve kentsel planlamalarda kullanılmakla birlikte sosyal yapıyı da desteklemektedir. Ülkemizde de ilk Gürültü Kontrol Yönetmeliği 11.12.1986 tarihinde ve 19308 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Son yıllarda Stratejik Gürültü Haritaları ve Eylem Planları hazırlanarak gürültü probleminin bölgesel ve ulusal ölçekte tanımlanması, sınır değerleri aşan yerleşim birimlerinde çözüm önerilerinin oluşturulması, şehir büyüme planlarına yön verilmesi ve ulaşım planlamalarında öneri geliştirilmesi gibi çevre gürültüsünün önlenmesi ve kontrolü amacıyla çalışmalar yapılmaktadır[2].

Eylül 2015 tarihinde İstanbul Gürültü Seviyesi Azaltımı Eylem Planı (İsgep) ile Üsküdar'ın da Gürültü Haritası Çevre Koruma Müdürlüğü ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından Endüstri, Kara Yolu ve Raylı sistemlerin gündüz, akşam, gece ve Gag gürültü haritaları yayımlanmıştır[3].

Üsküdar'ın Merkezi coğrafi konumu ve topografik özelliklerinden kaynaklı yüzyıllar boyunca tüm toplumlar için odak noktası olmuştur. Üsküdar'ın Merkezi, tarihi ve dini yapılar bakımından da yoğun bir yerleşim alanıdır. İnsanların farklı nedenlerden dolayı geldiği, uğradığı kalabalık bir konuma sahiptir. Ulaşım ağlarının kesişim noktası olması, çeşitli sosyal alanlarının varlığı, iş yerlerini ve konutları barındırması gürültüye neden olacak zemini oluşturmaktadır. İnsanlar bu alanları kalabalıklar halinde kullanırken yoğun bir gürültü oluşturmaktadırlar.

Bu çalışmanın amacı, Üsküdar'ın Merkezi'nde kent gürültüsünün insanlar üzerindeki etkisi hakkında daha detaylı bilgiler vermektir. Yapılan kişisel gözlemler ve literatür taraması sonucunda gürültü probleminin varlığı düşünülmektedir. Çalışmada, Üsküdar Merkez'de insanların gürültüden etkilenme durumunu ortaya koymak üzere anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Anketlerde, kişilerin gürültüden etkilenip etkilenmedikleri, etkileniyorlarsa ne şekilde etkilendikleri ve gürültü farkındalığı araştırılmıştır. Ayrıca Üsküdar Merkeze ait gürültü haritaları oluşturarak gürültünün düzeyine göre, insanların gürültüye karşı tepkileri ve üzerlerinde oluşan muhtemel etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. GÜRÜLTÜ

İnsanlar üzerinde olumsuz etki yapan, hoşa gitmeyen ve rahatsız edici seslere gürültü denir. Gürültünün düzeyine göre, insan sağlığı üzerindeki etkisi, Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Gürültü derecesi ile insan sağlığı üzerinde etkileri [1]

Gürültü Derecesi	Etkilenme Aralığı	Sağlık Üzerine Etkileri
1.Derecedeki gürültüler	30-65 dBA	Konforsuzluk, rahatsızlık, öfke, kızgınlık, uyku düzensizliği ve konsantrasyon bozukluğu.
2.Derecedeki gürültüler	65-90 dBA	Fizyolojik reaksiyonlar; kan basıncı artışı, kalp atışlarında ve solunumda hızlanma, beyin sıvısındaki basıncın azalması, ani refleksler
3.Derecedeki gürültüler	90-120 dBA	Fizyolojik reaksiyonlar, baş ağrıları
4.Derecedeki gürültüler	120-140 dBA	İç kulakta kalıcı hasar denge bozukluğu
5.Derecedeki gürültüler	>140 dBA	Beyinde ciddi tahribat, kulak zarının yırtılması

3.ÜSKÜDAR MERKEZİNİN ÖZELLİKLERİ

Üsküdar coğrafi konumu ve topografik özelliklerinden kaynaklı yüzyıllar boyunca tüm toplumlar için bir odak noktası olmuştur. Üsküdar İstanbul Boğazı'nın giriş noktasında, şehrin Anadolu'ya açılan parçası olması nedeniyle ayrı bir öneme sâhiptir. Marmara Denizi'nin İstanbul Boğazı'yla birleştiği yerde bulunan Üsküdar, şehrin deniz ulaşımında Avrupa-Asya arasında bir köprü rolü üstlenmiştir [5]. İstanbul'un ilk yerleşim alanlarından biridir ve günümüze kadar cazibesini korumuştur.



Şekil 1. Üsküdar Merkezi uydu görüntüsü (Erişim tarihi: 2.11.20)

3.2 Üsküdar Merkezin Gürültü Kaynakları

Üsküdar'ın merkezi; insanların farklı nedenlerden dolayı geldiği, uğradığı kalabalık bir konuma sahiptir. Ulaşım ağları, ticari, tarihi alanları ve konutları barındırması gürültüye neden olacak zemini oluşturmaktadır.

3.2.1 Taşımacılık gürültüsü

Günümüzde Üsküdar merkez; bağlantı yollarının kesiştiği, konumu nedeniyle de yoğun kullanıma sahip olan, aynı zamanda tarihi dokusu ile kimlik değeri taşıyan bir alandır. Karayolunda; otobüs, minibüs, dolmuş, özel araç, demiryolunda; tüp-geçit sistemi Marmaray, deniz yolunda; vapur ve motor ile farklı ulaşım türleri ve istasyonları arasında yaya bağlantıları ile taşımacılık gürültüsüne neden olmaktadır. Özellikle de sabah ve akşam, iş saatleri başlangıcında ve sonunda yoğunlaşan kara ve deniz gürültünün artmasına sebep olmaktadır [6].

3.2.2 İnşaat Alanlarının Gürültüsü

Kaotik ortamın giderilmesi, yaya akışlarının rahatlatılması ve tarihi yapıların ortaya çıkartılmasının amaçlandığı "Üsküdar Meydan ve Sahil Yolu Projesi" kapsamında, tüm ulaşım sistemlerinin entegrasyonunu sağlayan ve 20.06.2010 tarihinde onaylanan imar planı kapsamında, Üsküdar merkezinde yayalaştırma projeleri tamamlanma aşamasındadır ve bu projeden kaynaklı birçok inşaat faaliyetleri gerçekleşmektedir [7]. Bu inşaat faaliyetleri de önemli bir gürültü kaynağıdır.

3.2.3 İnsanların Gürültüsü

Üsküdar merkezde sosyal alanların fazla bulunması, turistik ve tarihi yerlerin olması insan gürültüsüne zemin oluşturmaktadır. Şemsi Paşa Cami, Mihrimah Sultan Cami, Tarihi Üsküdar Meydan Çeşmesi, Valide-i Cedid Cami, Yeni Valide Cami, Kız Kulesi, tarihi hamamlar, mezarlıklar, sebiller gibi birçok tarihi yapılar turistlerin yoğun olarak uğradığı bölgelerdir.

Gece saatlerine kadar devam eden eğlenceler, belirli dönemlerde yapılan etkinlikler, iş giriş ve çıkış saatlerindeki oluşan yoğunluk insan gürültüsünü oluşturan ana nedenlerdir.

3.2.4 Dini yapıların gürültüsü

Üsküdar'ın merkezi tarihi bir konuma sahiptir. Farklı dönemlere ait camiler mevcuttur. Merkezde altı adet tarihi cami bulunmaktadır. Bunlar,

Şemsi Paşa Cami, Mihrimah Sultan Cami, Valide-i Cedid Cami, Yeni Valide Cami, Gülfem Hatun Cami ve Selmanağa Cami gibi camilerdir. Buralardan yayınlanan ibadete davet çağırıları, yüksek düzeyde seslerle, farklı farklı noktalardan gereğinden fazla yüksek düzeyde seslerle gerçekleştirilmektedir.

4. ÜSKÜDAR MERKEZİNDE GÜRÜLTÜ SORUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada, Üsküdar merkezinde, kişilerin gürültüden etkilenme durumunu ortaya koymak üzere anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bölgenin daha ayrıntılı değerlendirilmesine olanak sağlayan gürültü haritaları da hazırlanmıştır.

Üsküdar merkezinde gürültünün en yoğun olduğu düşünülen Paşa Limanı Caddesi, Hakimiyeti Milliye Caddesi ve Selmani Pak Caddesi ve yakın çevresi, değerlendirmeler için ele alınmıştır.

Üsküdar merkezini, sosyal alan ve ulaşımda aktarma noktası olarak kullanan kişilerle, işyeri çalışanı ve esnafa anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket, 90'ı kadın ve 80'i erkek olmak üzere toplamda 170 kişi ile gerçekleştirilmiş ve 14 soru yöneltilmiştir. Bölgeye ilişkin gürültü haritaları (Izgara gürültü haritaları, Cephe gürültü haritaları, Alıcı kaynakları) Soundplan 7.3 programıyla oluşturulmuştur. Gürültü kaynaklarının ses gücü düzeyleri, spektrum özellikleri, yol ve zemin kaplamalarının tipleri, ağır taşıt yüzdesi, taşıtların hızları gibi veriler, gözlemler ve programın kitaplığı yardımı ile saptanarak, programa girilmiştir. Ayrıca, gürültü haritalarından elde edilen sonuçlar, bölgede gerçekleştirilen gürültü düzeyi ölçümleri ile karşılaştırılarak, haritaların doğrulukları belirlenmiştir.

4.1 Anket Sonuçları

Aşağıda yer alan Tablo 2'de, anket sonuçları toplu olarak yer almaktadır. Tablo 3'te ise, anket sonuçlarının karşılaştırmalı değerlendirmesi yer almaktadır.

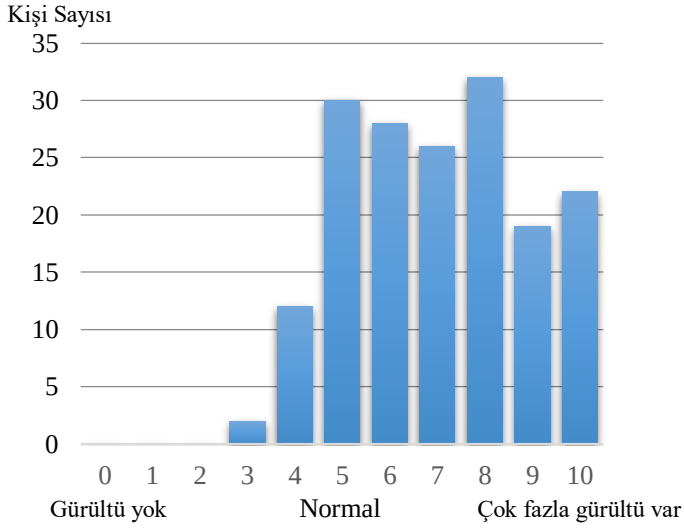
Tablo 2. Anket sonuçları

Yaş	**Cinsiyet**
20-40 : %51 20'den az: %26 60 yaş ve üstü: %13 40-60: %10	90 Kadın 80 Erkek
Meslek	**Eğitim durumu**
Öğrenci: %46 Özel sektörde çalışan: %25 Serbest meslek: %13 Memur: %11 Ev hanımı: %5	Üniversite mezunu: %67 Lise mezunu: %23 Orta okul mezunu: %5 İlk okul mezunu: %5
Ne kadar sık aralıklarla Üsküdar Merkez'de bulunuyorsunuz?	**Üsküdar Merkez'de gün içerisinde ortalama kaç saat vakit geçiriyorsunuz?**
Haftada bir günden daha az %42 5-7 gün %30 1-2 gün %15 2-4 gün %14	3-4 saat arası %40 5-8 saat arası %25 1-2 saat %18 8-11 saat %14 12 ve üstü saat %3
Gürültünün üzerinizdeki etkileri nelerdir?	**Bulunduğunuz sürelerde sizi rahatsız eden gürültü kaynaklarından 3 adedini, en çoktan en aza doğru sıralayınız.**
1) Baş ağrısı %36 2) Sinirlilik %19 3) Etkilenmiyorum %13 4) Yorgunluk %11 5) İş Yerinde Verimsizlik %10 6) Dikkat Dağınıklığı %6 7) İşitme Problemi %5	1) Trafik Korna %29 2) Yoğun İnsan Kalabalığı %24 3) İnşaat Alanları %19 4) Sosyal Alanlar %14 5) İş Yeri Kaynaklı %9 6) Dini Yapılar %5
Gürültüye sebep olma durumunda karşılaşacağınız yaptırımlardan bilginiz var mı?	**Gürültüyü şikâyet ediyor musunuz?**
Hayır %88 Evet %12	Evet %60 Hayır %40

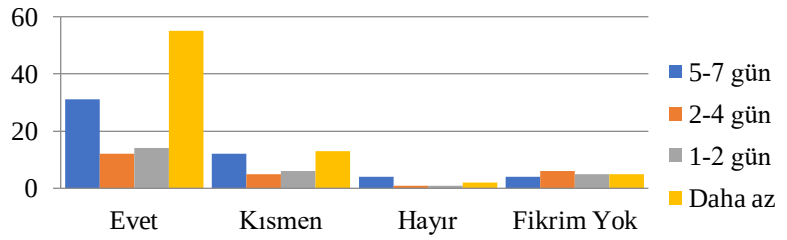
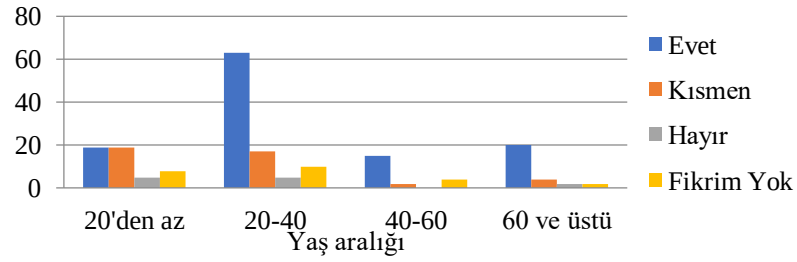
Gürültü oluşturmamaya önem veriyor musunuz?	**Gürültünün azaltılması için ne gibi önlemler alınması gerekli? (Birden çok seçenek işaretleyebilirsiniz.)**
Evet %65 Kısmen %21 Fikrim Yok %10 Hayır %4	Çoktan en aza göre: Para cezası, etkin denetim yapılması, toplum bilincinin yaratılması, konut alanlarında yüksek sesli eğlencelerin yasaklanması, mimari çözüm önerilerin getirilmesi.
Gürültüden daha az etkilenmek için önlem alıyor musunuz?	**Cevabınız evet ise, gürültüye karşı aldığınız önlemler nelerdir? (Birden çok seçenek işaretleyebilirsiniz.)**
Hayır %60 Evet %40	Ses yalıtımı, kulak koruyucu kullanımı, sesi daha az geçiren pencere, kapı, duvar, v.b., bölücü duvarlar, diğer

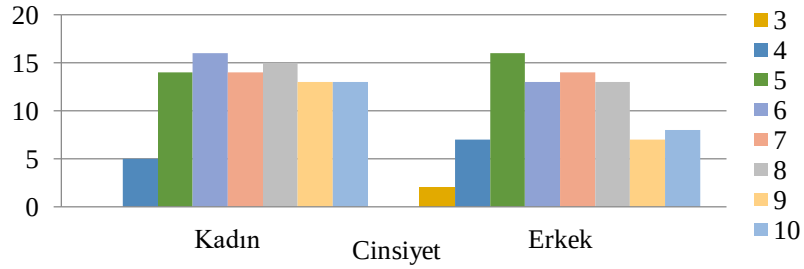
Üsküdar Merkezin gürültüsünü skalaya göre hangi notu verirsiniz?

Üsküdarın gürültüsünü 0 ile 10 arasında bir puanlama yapılmasını istenmiştir. 0 değeri gürültü yok, 5 normal düzeyde gürültü, 10 ise yüksek düzeyde gürültüyü ifade etmektedir.



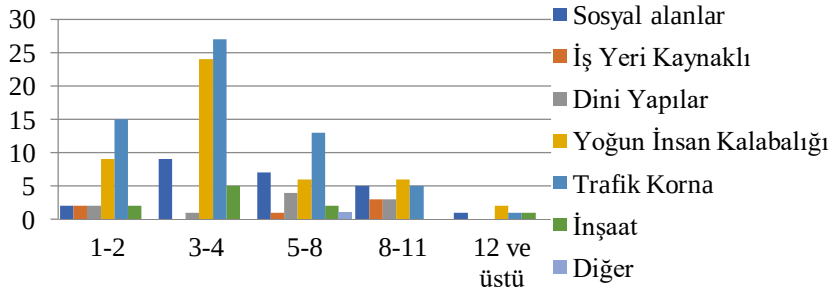
Tablo 3. Anket sonuçlarının karşılaştırmalı değerlendirilmesi

Gürültü oluşturmamaya önem vermek ve Üsküdar Merkez'de bulunma sıklığı (haftada)
 Gürültü Oluşturmamaya Önem Vermek Üsküdar Merkezde her hafta bulunmayan kişiler gürültü oluşturmamaya daha fazla önem vermektedirler.
Gürültü oluşturmamaya önem vermek ve yaş aralığı
 20 yaş ve üstü insanlar gürültü oluşturmamaya en çok özen göstermektedir. Özellikle 40 yaş ve üstü daha dikkatli davranmaktadır. 20 yaş ve altı ise; gürültü oluşturmaya önem vermemektedir.
Gürültü skalası ve cinsiyet



Kadınlar erkeklere göre; Üsküdar Merkezi daha gürültülü bulmaktadır. Skalaya göre 9 ve 10 puanlama yapanlar arasında yüzde 62'sini kadınlar işaretlemiştir.

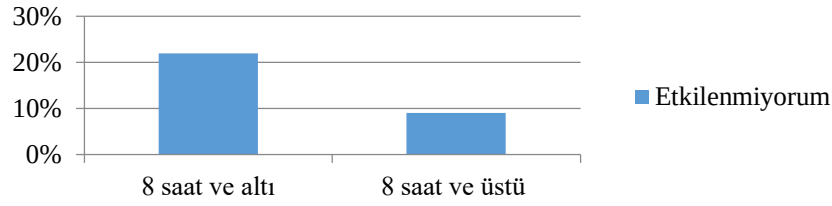
Üsküdar Merkez'de ortalama vakit geçirilen süre ve rahatsız eden gürültü kaynakları



Üsküdar Merkez'de ortalama geçirilen süre (saat/gün)

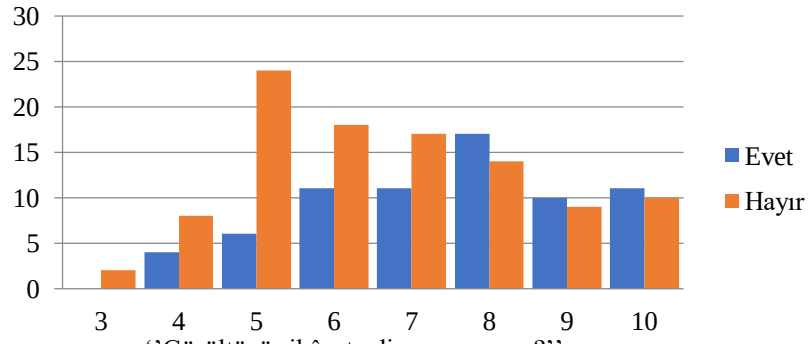
1-8 saat arası vakit geçirenler; trafik ve korna gürültüsünden rahatsızlık duymaktadır. 8 saat ve üstü vakit geçirenler ise; yoğun insan kalabalığı gürültüsünden rahatsızlık duymaktadır.

Üsküdar Merkez'de 8 saat üstü ve altı geçirilen süre ve gürültüden etkilenme durumu



8 saat ve altı %22, 8 saat ve üstü gürültüye maruz kalanlar ise %9 etkilenmediklerini vurgulamışlardır.

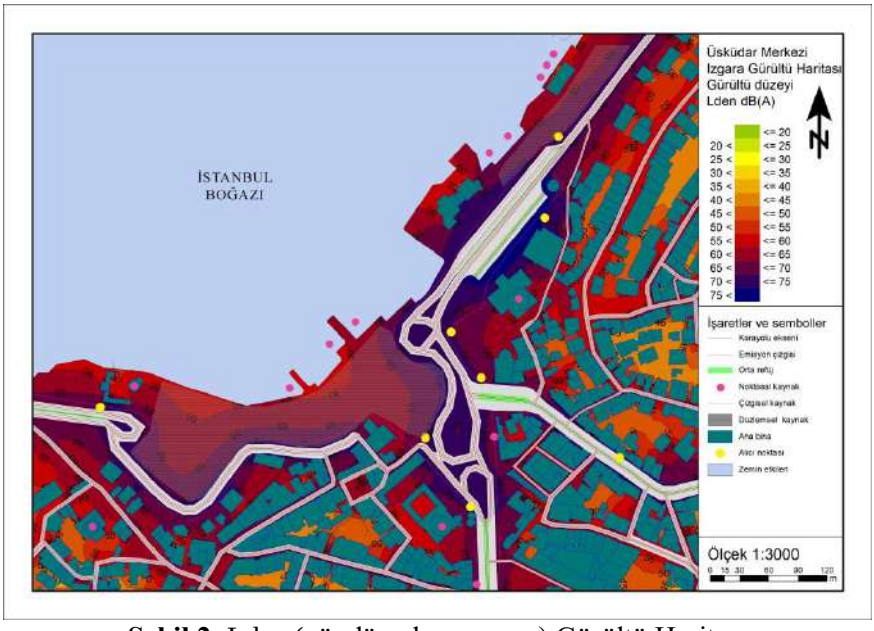
Gürültü skalası ve gürültüyü şikâyet etme



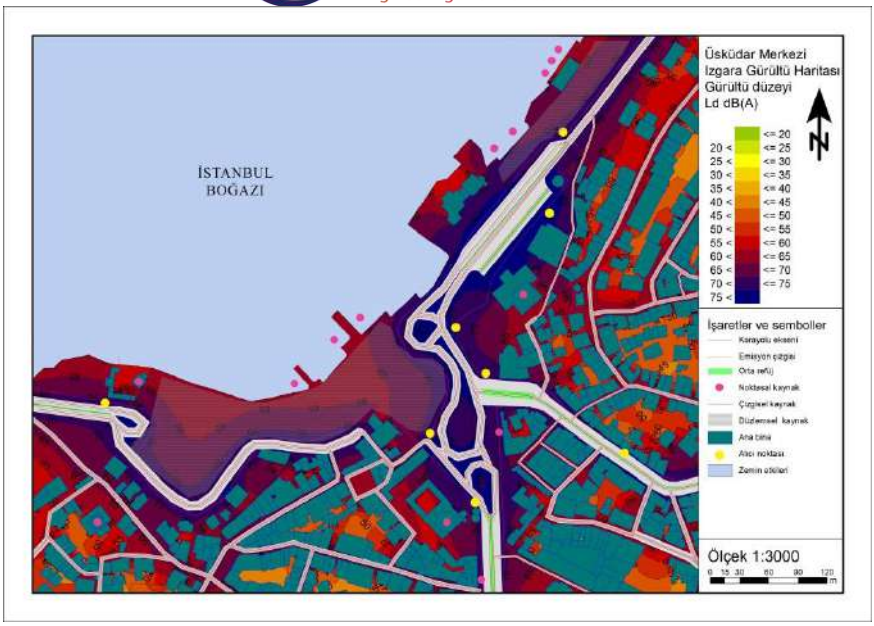
Gürültüyü şikayet edenler Üsküdar Merkezin gürültü skalasına daha yüksek puanlama yapmışlardır. Şikâyet etmeyenler ise; Üsküdar Merkezin gürültüsünü normal bulmaktadır.

4.2.2 Gürültü Haritalarının Sonuçları

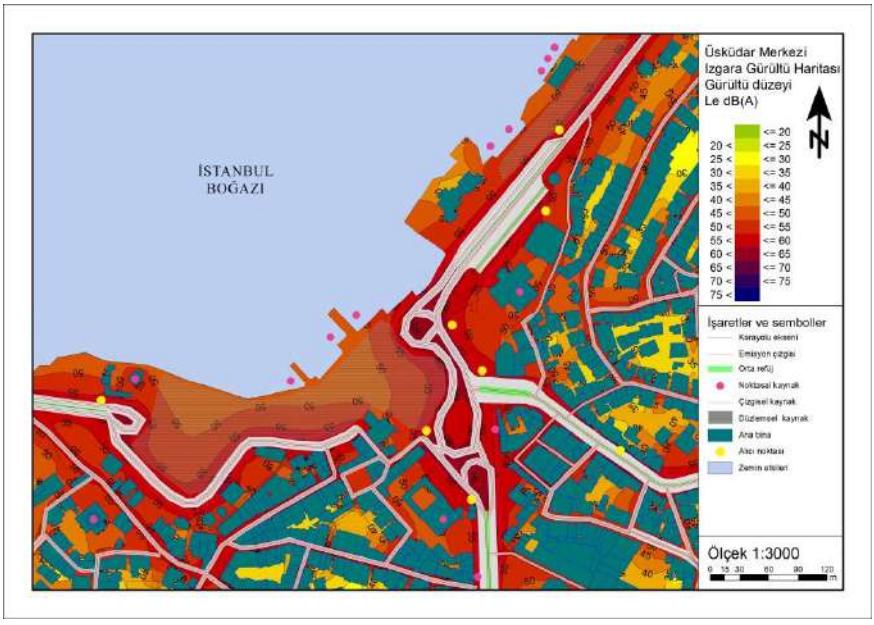
Şekil 2-Şekil 5'te bölgenin hazırlanan gürültü haritaları yer almaktadır.



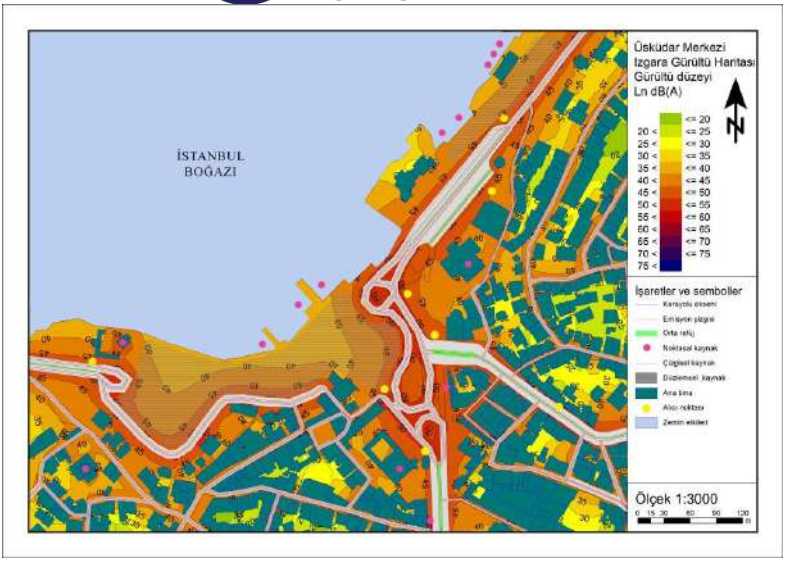
Şekil 2. Lden (gündüz-akşam-gece) Gürültü Haritası



Şekil 3. Ld (gündüz) Gürültü Haritası / 07.00-19.00 saatleri arasında



Şekil 4. Le (akşam) Gürültü Haritası / 19.00-23.00 saatleri arasında



Şekil 5. Ln (gece) Gürültü Haritası / 23.00-07.00 saatleri arasında

4.3 Tartışma ve Değerlendirme

- Üsküdar merkezinde genel olarak kişiler trafik, korna, insan yoğunluğu ve inşaat alanlarının gürültüsünden rahatsızlık duymaktadır.
- Gürültüden etkilenmede; gürültü kaynağın etkileme süresi, zaman içindeki değişimi, frekans bileşenleri, düzeyi, bant genişliği belirleyicilerdir. Örneğin; karşılaştırmalı anket sonuçlarına göre 1-8 saat arası vakit geçirenler; trafik ve korna gürültüsünden rahatsızlık duymaktadır. Frekans ve etkilenme süresi değiştiği için 8 saat ve üstü vakit geçirenler ise; yoğun insan kalabalığı gürültüsünden rahatsızlık duymaktadır.
- Araştırmalara göre kadın ve erkek arasında gürültü algılama hassasiyeti bakımından bir fark yoktur. Fakat Üsküdar Merkez'de uygulanan anketlere göre, bir farkın varlığını ortaya çıkarmıştır. Kadınlar erkeklere göre Üsküdar merkezini daha gürültülü bulmaktadır.
- Anket sonuçlarına göre, gürültünün en fazla baş ağrısı sorununa yol açtığı ortaya çıkmıştır. 19 kişi ise gürültüden etkilenmediklerini vurgulamışlardır. 19 kişi arasından bazı kişiler etkilenmediklerine ve şikayetçi olmadıklarını belirtmelerine rağmen; Üsküdar merkezini gürültülü bulmaktadır. Bununla birlikte, genel olarak gürültünün insanlar üzerinde fiziksel, psikolojik ve fizyolojik etkisi olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.
- Üsküdar merkezinde gün içersinde 8 saatten daha az vakit geçiren insanların gürültüden etkilenme oranları (%22) daha yüksektir. 8 saat ve üstü vakit geçirenlerin gürültüye daha fazla maruz kalmalarına

rağmen etkilenme oranlarının (%9) düşük olmasının nedeni, gürültüye zamanla alışma durumu olabilir.

- Lden (gündüz-gece-akşam) gürültü haritasında, insanların yoğun bulunduğu alanlarda gürültünün, 70-85 L_{Aeq} dolaylarında olduğu görülmektedir. Özellikle belirli zaman aralıklarında bu değer artmaktadır. Öte yandan, ses düzeyi yüksek olmasına ragmen, ortamda gürültü yok (0 puan), normal (5 puan) ve çok gürültülü (10 puan) sorusuna, ankete katılan kişilerin %26'sı 5 ve altı puan vermişlerdir. Bu oranın yüksek olmasının nedenin gürültüye zamanla alışma durumunun olabileceği düşünülmektedir.
- İnsanların yüzde 90'nına yakınının, gürültüye kendilerinin neden olmaları durumunda, karşılaşacakları yaptırımlardan haberlerinin olmadığı anlaşılmıştır. Yaşa göre gürültü oluşturumamaya özen gösterme durumu değerlendirildiğinde ise, 20 yaş altındaki kişilerin bu konuyu fazla önemsemedikleri görülmektedir.
- L_{den} gürültü haritasına göre, ana yol akslarında bulunan yapılar yüksek düzeyde gürültüye (70-75L_{Aeq}) maruz kalmakta, arkada kalan yapılar ise daha düşük (40-55LAeq) gürülten etkilenmektedir.
- Ln gürültü haritasına göre; gece anayol aksları üzerindeki konut yerleşimleri 45-55 L_{Aeq} gürültüye maruz kalmaktadır. Ana yol akslarında gece gürültü düzeyinin yüksek olması ve uygun ses geçiş kaybına sahip olmayan yapı kabukları, konut sakinleri açısından geceleri olumsuz etki yapmaktadır.
- Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde Kara yolu çevresel gürültü sınır değerleri Tablo 4'te görüldüğü gibidir.

Tablo 4. Kara yolu çevresel gürültü sınır değerleri [8]

Alanlar	**$L_{gündüz}$ (dBA)**	**$L_{akşam}$ (dBA)**	**L_{gece} (dBA)**
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanimlarin birlikte bulunduğu alanlardan konutların yoğun olarak bulunduğu alanlar	68	65	63

Üsküdar Merkezinde ana kara yol akslarında $L_{gündüz}$ 70-85 L_{Aeq}, $L_{akşam}$ 65-55 L_{Aeq}, L_{gece} 45-55 L_{Aeq} değerleri belirlenmiştir. Bölgenin gürültü açısından durumu, yönetmeliğin sınır değerlerine göre değerlendirildiğinde gündüz sınır aşılmakta, akşam ve gece ise sınır değerler altında kalmaktadır.

Anket uygulaması esnasında bazı kişilerin dini yapıların gürültüsünün olmayacağına, bunu seçeneklerden kaldırılması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu nedenle Üsküdar Merkezin gürültüyü oluşturan

etkenler arasında dini yapılar çok nadir işaretlenmiştir. Bu durum gürültünün kişiden kişiye değiştiğinin bir kanıtı olarak kabul edilebilir.

5. SONUÇ

Gürültü haritaları ve anket sonuçları değerlendirildiğinde, gürültülü ortamda bulunan insanların, gürültü kaynaklı sağlık sorunları yaşadığı görülmektedir. Üsküdar Merkezinde gürültü düzeyinin Lden gürültü haritasına göre 75-85 L_{Aeq} kadar ulaştığı belirlenmiştir. Gürültü düzeyinin yüksek olmasına rağmen, kişilerin bir bölümü, bu durumdan şikâyetçi olmadıklarını ve etkilenmediklerini belirtmişlerdir. Gürültüden olumsuz etkilenenlerin ilgili kurumlara şikâyet etmemelerinin nedeni, gürültüye neden olanlara karşı bir yaptırımın varlığından haberdar olmamalarıdır.

Gürültünün olumsuz etkilerine ilişkin kişilerin farkındalığının ve tepkilerinin az olması, İstanbul şehrinin pek çok bölgesinde olduğu gibi, Üsküdar merkezinde de gürültünün önemli bir sorun olarak devam etmesine yol açmaktadır.

Bunula birlikte, gürültü algısının kişiden kişiye göre değiştiği ve belirli gürültü kaynaklarının insanlara hoş geldiği görülmektedir. Bu çalışmanın Üsküdar Merkezinin işitsel peyzaj açısından araştırılmasına bir zemin oluşturduğu düşünülmektedir.

6.KAYNAKLAR

[1] Toprak R. (2003). Raylı Ulaşım Sistemlerinin Neden Olduğu Gürültünün Ölçülmesi ve Modellemesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[2] Strateji Gürültü Haritası ve Eylem Planı hazırlanması, Tübitak. (13 Ekim 2019 tarihinde http://mam.tubitak.gov.tr/tr/teknoloji-transfer-ofisi/stratejik-gurultu-haritasi-ve-eylem-plani-hazirlanmasi adresinden erişildi.)

[3] Çevre Korume ve Kontrol Daire Başkanlığı Birleştirilmiş Gürültü Haritası: İstanbul, Lgag (2015, Eylül 10). (12 Ekim 2019 tarihinde https://cevrekoruma.ibb.istanbul/gurultu-haritalari/ adresinden erişildi.)

[4] Armağan N. ve Sevük H. Y. (2013). Gürültüye Neden Olma Suçu (TCK m.183) (Crime of Causing Noise in Turkish Criminal Code). Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi (MÜHF-HAD), Cilt 19/2, S.363.

[5] Koca Nemlioğlu Y. (2014). Khrysopolis, Scutari, Eskidar, Usgüdâr: Tarihî Haritalarda Üsküdar. Uluslarası Üsküdar Sempozyum VIII, S.43.

[6] Albayrak Güneş E. ve Çolban Erkan N. (2016), Aktarma Merkezlerinde Mekânsal Davranışlar: Üsküdar Aktarma Merkezi Örneği. MEGARON. 11(4):565-578. DOI: 10.5505/megaron.2016.38981

[7] 2015-2019 Stratejik Plan (2014 Ekim). Üsküdar, İstanbul. (15 Ekim 2019 tarihinde https://www.uskudar.bel.tr/tr/main/pages/kurumsal-raporlar/20 adresinden erişildi.)

[8] Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği. 18.11.2015. Sayı: 29536.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

1970-1990 YILLARI ARASINDA TÜRKİYE'DEKİ TOPLUMSAL AYRIŞMANIN KEMAL SUNAL'IN KAPICILAR KRALI FİLMİ ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ*

Tuba Bülbül Bahtiyar[1] & Esra Yaldız[2]

1 (Y. Mim.); Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Konya-Türkiye, tuba.bulbulbahtiyar@ogr.konya.edu.tr
2 (Doç. Dr.); Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Konya-Türkiye, eyaldiz@erbakan.edu.tr

Öz: Mekân kavramı sinema ve mimarlığın ortak paydası olup her ikisinde de yaşanılan, deneyimlenen, kullanıcı ve eylem hakkında bilgileri barındıran somut bir araç niteliğindedir. Somut araç olarak mekân; kullanıcıların kültürel kodları, sosyal statüsü ve gündelik yaşamlarındaki farklılıklarını bire bir yansıtan sinema ile çok yönlü iletişim kurmaktadır. Sinema ve mekânın bir araya gelişinde, toplumsal ve kültürel yapıya, inanışa, sosyal statüye ve gündelik yaşama dair birçok bilgi izleyiciye aktarılmaktadır. Sinema filmindeki konu ise mekânla bütünleşerek, mekânın kurgusu konuyu destekler şekilde oluşturulmaktadır. Bu bağlamda Türk sinemasında oldukça önemli bir yere sahip olan; mizah yolu ile toplumsal sorunlara değinen, sorgulayan ve eleştiren Kemal Sunal filmleri, çekildiği dönemin sosyo-kültürel yapısını, yaşam biçimini özellikle mekânsal deneyimler üzerinden okumamıza olanak veren, toplumsal içerikli çalışmalardır. 1970-1990'lı yılların Türkiye'sinde alt ve üst kesimleri arasında ekonomik gelir seviyesine bağlı eşitsizliğin giderek artması sosyal ve mekânsal ayrışmayı ortaya çıkaran en önemli etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye'de 1980 sonrası benimsenen neo-liberal politikalar ile alt ve üst gelir grubu arasındaki artan uçurum, mekânsal olarak farklılaşmayı beraberinde getirmiştir. Sosyal ve mekânsal ayrışma bağlamında ele alınan bu çalışmaya konu olan Kemal Sunal'ın Kapıcılar Kralı filmi; Türk toplumunun sancılı dönüşümler geçirdiği 1980'li yılların hemen öncesinde, Türkiye kapitalizminin kriz ve ardından yeniden yapılanma yılları diyebileceğimiz 1970-1990 dönemi aralığında, 1976 yılında çekilmiştir. Toplumdaki sosyal sınıflar arasındaki ilişkiler, sınıflar arası ve sınıf içi bölüşüm ilişkileri filmdeki apartman sakinleri ve yaşadıkları mekânlar üzerinden değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kemal Sunal, sinema ve mimarlık, apartman, toplumsal ayrışma

* Bu çalışma Tuba BÜLBÜL BAHTİYAR'ın Doç. Dr. Esra YALDIZ danışmanlığında tamamladığı "1970-1990 Aralığında Konut ve İç Mekân Özelliklerinin Kemal Sunal Filmlerinden Okunması" başlıklı Yüksek Lisans tezinden faydalanılarak hazırlanmıştır.

GİRİŞ

19. yüzyılda Avrupa'da Feodal sistemin çökmesiyle birlikte öncelikle İngiltere üzerinden tüm dünyaya yayılan *"kapitalizm"* ve Sanayi Devrimiyle birlikte kentler hızlı bir gelişme ve büyüme sürecine girmiştir. Büyüme sürecinde yaşanan dönüşümler kentin daha önce alışık olmadığı yoğunlukta ve büyüklükte gerçekleşmiş (Kurultay ve Peksevgen, 2012: 191); kentler büyük oranda göç almaya başlamıştır. Kente yaşanan göçlerin de etkisi ile birlikte büyüyen kentler *"kentlileşme"* gibi kavramları da beraberinde getirmiştir (Bal, 2002; Koçak, 2011: 262). Kent merkezine göçle gelen nüfus; kentin kozmopolit ve farklılaşmış toplum yapısının ve katmanlarının oluşumunda büyük rol oynamış; toplumsal değişimler ve dönüşümler hız kazanmıştır (Atalay, 1983; Karaman, 2013: 109). Kent merkezindeki sokaklar, sokaklardaki apartmanlar gibi fiziki mekân birlikteliklerinde farklı kültür ve tabakadaki bireylerin karşılıklı ilişkileri kaçınılmaz hale getirmiştir (Erkut, 1991; Karaman, 2013: 109). Bu süreçte göç ile kente gelen bireyler; kısmen eski alışkanlıklarını devam ettiren kısmen de yeni alışkanlıklar edinerek ne kırsal ne de kentsel toplum özelliklerini taşıyan (Koçak, 2011: 262) ara kesitte bir toplumsal sınıfın oluşmasına sebep olmuştur. Ancak kentsel yapının hiyerarşisi mekânsal eşitsizlikleri ve ayrışmaları beraberinde getirmiştir (Akgün, 2014: 29).

Kent içinde kültürel veya sosyal olarak birbirinden farklı olan grupların zamanla mekânsal açıdan ayrışmasıyla birlikte oluşan *"sosyal ayrışma"* ise üzerinde durulması gereken bir diğer konudur (Özgür, 2006: 80). Sosyal ayrışma makro ve mikro boyutlarda ele alınarak incelenmesi gerekmektedir. Makro düzeydeki sosyal ayrışma, sosyal eşitsizliğin mekâna yansıması olarak konut alanlarının ayrışması şeklinde açıklanmaktadır. Mikro düzeyde ayrışma ise gelire ve sosyal statüye veya etnik ve dini gruplara bağlı ayrışmadır (Özgür, 2006; Kurultay ve Peksevgen, 2012: 192). Bu ayrışma kendini eğitim düzeyi, istihdam ve yaşam tarzı olarak göstermektedir. Buna ilaveten kentte statü ve ait olunan sosyal sınıf "mesleğe, ekonomik gelir seviyesine veya elde edilen başarılara göre belirlenmektedir (Smelser, 1981; Karaman, 2013: 110).

Sosyal ayrışmanın bir diğer boyutu olan gelir dağılımındaki eşitsizlik ise kent içinde birçok sorunu beraberinde getirmiştir. Şehirde kırsala göre aile ve akrabalık ilişkilerindeki gevşeme, bireyler arası ilişkilerin yüzeysel ve geçici olması ve buna eklenen geçim sıkıntısı kentli bireyde çeşitli sosyal ve psikolojik problemleri ortaya çıkarmıştır. Bu duruma kültürel çözülmeler, şehirle bütünleşememe, kimlik bunalımı, şehir hayatında yalnızlaşma, güvensizlik, suça yönelim gibi problemleri örnek vermek mümkündür (Toit, 1975; Korkmaz, 1991; Karaman, 2013).

Kentlileşme ve sosyal ayrışma kavramları üzerinden ele alınan çalışma; Türkiye'nin sancılı dönüşümler geçirdiği, ekonomik gelir seviyesine bağlı eşitsizliklerin giderek arttığı, gelir ve statüye bağlı sosyal ayrışmaların yaşandığı 1970-1990 aralığında İstanbul kenti üzerinden ele alınmıştır. Bu kapsamda sinema ise; çekildiği dönemi bire bir resmederek dönemin kültürel ve sosyolojik yapısının ve yaşam biçimlerinin yorumlanmasına yardımcı olması yönüyle çalışmanın ara kesitini oluşturmaktadır. Bu bağlamda öznel bir bakış açısı ile Türkiye'de 1970-1990 aralığında kentleşme ile birlikte yaşanan toplumsal ve sosyal ayrışmanın Kemal Sunal'ın *"Kapıcılar Kralı"* filmindeki apartman ve bu apartmanda yaşayan bireylerin sosyal statüleri üzerinden analiz etmek ve bireyin sosyal statüsü ile ilişkili mekânın kullanımlarını incelemek amaçlanmaktadır.

1970-1990 YILLARI ARASINDA TÜRKİYE'DEKİ TOPLUMSAL AYRIŞMANIN KEMAL SUNAL'IN KAPICILAR KRALI FİLMİ ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Türkiye'de 1970-1990 Yılları Arasında Toplumsal Ayrışma ve Apartman Kavramı

Türkiye çok partili döneme geçişin yaşandığı 1950'lerle birlikte hızlı bir *"kentleşme"* ve *"şehirleşme"* sürecine girmiştir. Kentleşme ile birlikte toplumsal yaşamda bireylere verilen değerler ve kaynakların eşitsiz şekilde dağılması kentsel ve sosyal yapının hiyerarşini beslemektedir. Bireylerin iktidar, imtiyaz veya nüfus elde etmek için verdiği mücadele ise sınıfsal konumları belirlemekte ve ötesinde eşitsizliği meşrulaştırarak devam etmektedir. Türkiye'nin modernleşme süreci içinde uygulanan politikalar, toplumsal sınıfları yeniden şekillendirmekle kalmamış kültürel eşitsizliklere de zemin hazırlamıştır. Ekonomik eşitsizlik kadar önemli olan kültürel eşitsizlikler toplumu; sosyal hizmetlerden ulaşıma, sağlıktan ekonomiye, eğitimden iskân politikalarına kadar birçok alanda etkilemiştir (Arun, 2014: 189).

Türkiye'de konut kavramı ise, kentleşme paralelinde ortaya çıkan barınma sorununa çözüm arayışları kapsamında, yapıldığı dönemi ve bulunduğu bölgeyi sosyo-ekonomik, politik, kültürel özellikleri açısından en iyi yansıtan mimari ürünlerin başında gelmektedir (Bahtiyar, 2019:2). 1950'lerden 1970'lere kadar süren apartmanlaşma döneminde geleneksel Türk aile yapısının çekirdek aileye dönüşümü apartman tarzı yaşama olan talebi de hızlandırmıştır (Görgülü, 2016). 1970lere gelindiğinde ise Türkiye'nin genel görüntüsünü; ekmek, tüp, şeker kuyruğu olarak akıllarda kalan ekonomik bunalımlar, alt-üst ilişkilerindeki gerginlikler, koalisyon hükümetlerinin başarısız politikaları, faili meçhul suikastlar, şiddeti giderek artan üniversitelerdeki sağ-sol çatışmaları olarak özetlemek mümkündür. Türkiye kapitalizminin kriz yaşadığı bu dönem, 12 Eylül

1980 darbesiyle birlikte yeni bir sürecin başlamasına sebep olmuştur. 1980'li yılların ilk çeyreği Türkiye'de siyasi ve toplumsal anlamda yoğun dönüşümlerin yaşandığı bir dönem olup (Sunal, 1998), 1980li yılların Türkiye'sinde kentleşme sürecine damgasına vuran *farklılaşma* ya da *çeşitlenme* ile ortaya çıkan *ayrışma* eğilimlerinin (Özgür, 2006: 81) ortaya çıktığı bir dönemi ifade etmektedir. 1980 sonrası benimsenen neo-liberal politikalar ile de alt ve üst gelir grubu arasındaki uçurum giderek artmıştır.

1980'lerle birlikte renkli televizyona geçiş ve tüketim alışkanlıkların değişmesi/ çeşitlenmesi sonucu bireyler hayat tarzlarını yansıtmak için kıyafetlerini ve özellikle konutunu, mobilyalarını ve dekorasyonlarını teşhir amaçlı kullanmaya başlamıştır (Kurultay ve Peksevgen, 2012: 190). Bu anlamda temsil ve gösteriş nesnesi (Cengizkan, 2009) olan konut ve konut türü özelinde *"apartman"*, Türkiye'nin modernleşme sürecinde hem kent dokusunun hem de toplumsal ayrışma ve sosyal sınıfların gözlemlenebileceği ve yorumlanabileceği bir alan haline gelmiştir.

Kemal Sunal'ın Türk Sinemasındaki Yeri ve Kapıcılar Kralı Filmi

Türk sinemasında 1970-1990 aralığında çekilen filmler arasında Kemal Sunal filmlerinin etkin bir şekilde yer aldığı görülmektedir. Sunal filmleri salt komediden ibaret olmayıp, bütün filmlerinde vermek istediği sosyal mesajları, teşhis koyduğu sorunları, sorunlara getirdiği eleştirileri ve çözüm önerilerini içinde barındırmaktadır (Bahtiyar, 2019: 2).

Mimari mekân okumada ve dönem analizinde araç olan kullanılan Sunal filmlerinde gerçek mekânlar film seti olarak kullanılmış; gündelik yaşam kurguları ve sosyal yaşantının mekân ile olan ilişkisi gerçeğe uygun şekilde yansıtılmıştır. Bu açıdan Kemal Sunal filmlerini, toplumsal yapıdaki sosyolojik değişimi, dönemin mimari özelliklerini, dönemin konut mimarisi, konut donatıları ve değişimi hakkında fikir vermesi açısından da önemli bir belge niteliğinde değerlendirmek ve incelemek gerekmektedir (Bahtiyar ve Yaldız, 2019: 2756).

Sunal filmlerinden Kapıcılar Kralı filmi; apartman içi sınıfsal ilişkiler üzerinden dönemin Türkiye'sinin toplumsal ayrışmalarına yönelik eleştirel nitelikte bir komedi filmidir. Kemal Sunal'ın köyden kente göç etmiş bir kapıcıyı oynadığı filmin alt metninde ustalıkla işlenmiş kinaye ve hicivler yer almaktadır. *"Ayakların baş olması"* hikayesi de denebilecek Kapıcılar Kralı, *lümpen proleterya*[1] olarak Seyit'in içinde yaşadığı kapitalist düzenin kendine yaşam alanı bırakmayışı sonucu sistem içerisinde yükselişinin komik bir şekilde anlatıldığı filmdir (Akkoç, 2015).

[1] Emekçi sınıfının, işi bulunmayan, sınıf bilinci olmayan, çok yoksul, en alt bölümü.

Film 1976 yılında Zeki Ökten yönetmenliğinde çekilmiş ve 1 Mayıs 1977 yılında gösterime girmiştir; 14. Antalya Film Festivali'nde *"En İyi 2. Film"* ödülünü kazanmıştır. Ayrıca Zeki Ökten *"En Başarılı Yönetmen"* ödülünü, Kemal Sunal ise filmdeki oyunculuğu ile *"En Başarılı Erkek Oyuncu"* ödülünü almıştır.

Kemal Sunal'ın Kapıcılar Kralı (1976) Filminin Sosyolojik ve Mekânsal Analizi

Sosyolojik Analiz: Film, 1970'lerden 1980'lere doğru ilerleyen İstanbul'un ve Türkiye'nin adeta fotoğrafını çekmiş ve bir apartman üzerinden tüm Türkiye'yi özetlemiştir. 1970ler; modernleşme ile birlikte hayatımıza giren apartman kavramının, farklı insanlarla birlikte yaşamanın yeni yeni şekillendiği, insanların daha sıcak ilişkiler içinde yaşadığı ve komşuluğun önemli olduğu yıllardır. Ayrıca bu dönem köyden kente göçün hız kazandığı yıllardır. 1970lerin yaşam tarzı, şehir hayatı, çekirdek aile yapısı, kente göç ile birlikte artan kültürel çeşitlilikler ve bireyselleşme ile birlikte artan çıkar ilişkileri filmdeki mekânlar, karakterlerin sosyal kimlikleri ve diyaloglar üzerinden net bir şekilde okunmaktadır.

Film aynı zamanda dönemin siyasi ortamının bir özeti niteliğindedir. Filmin çekildiği dönemde zayıf iradeli koalisyon hükümetlerini apartmanın ilk yöneticisi *"Kılıbık Fehmi Bey"*in, askeri yönetimi ise ilk yöneticiyi *"kamuoyu oluşturarak"* indiren ve yönetimi devralan apartmanın üst katında yaşayan *"Emekli Albay Zafer Bey"*in temsil ettiği söylenebilir. Apartmanın piramidal düzeninde aynı seviyede yer alan Albay Zafer Bey ve Banka Müdürü Mithat Beyin birbirlerine olan yakınlığı da askeri güç ve finans-kapital ortaklığının bir sembolü niteliğindedir. Ayrıca film boyunca Seyit'in üzerinde görülen *"mavi gömlek"*in 1974'te Kıbrıs Barış Harekâtıyla birlikte yeni bir umut dalgası ile yükselen *"Sol"*un ve *Bülent Ecevit*'in simgesi olduğunu söylemek mümkündür. Albay Zafer Bey ve Banka Müdürü Mithat Bey'in kapıcı Seyit'e karşı sert tutumları ise 12 Eylül sonrasındaki siyaseti temsil etmektedir. Film her ne kadar 12 Eylül 1980 darbesi öncesi çekilse de darbeyi ve darbe sonrası düzeni öngörmüştür diyebiliriz.

Türkiye mozaiğinin resmedildiği filmde on bir dairesi görülen apartman; bir metafor olarak toplumsal sınıfları temsil etmektedir. Dikey yerleşim alanı olan apartmanı piramidal düzende bir yerleşim olarak düşünürsek apartmanda Şekil 1'teki gibi bir yerleşim olduğunu söylemek mümkündür.



Şekil 1. Kapıcılar Kralı filmindeki toplumsal sınıflar piramidi

Toplumsal tabakalaşmanın bir göstergesi olarak apartmanın bodrum katında kapıcı (işçi), zemin katında memur, birinci katında eski yönetici (seçilen yönetim), ikinci katında tüccar, üçüncü katında emekli albay ve banka müdürü (askeri yönetim) dördüncü katında ise tefeci-banker (sermaye) oturmaktadır.

1970li yıllarla birlikte köyden kente yoğun bir şekilde göç eden insanlar kentli olmak yerine kenti *"köylüleştirme"*yi tercih etmiştir. Kente gelen kişilerin ilk karşılaştığı durum ise, şehir hayatına ve şehirlilere karşı *"uyanık ve açıkgözlü"* olması gerektiğidir. Şehirliler kendilerini köylülerden korurken köylüler de şehirlilere karşı kendini kollamaktadır.

Apartmanın bodrum katında ailesiyle birlikte yaşayan; köyden kente göç ile gelen Seyit karakteri de zaman içinde şehir hayatına ayak uydurmuş; her durumu fırsata ve nakite dönüştürebilen, içinde bulunduğu sistemin açıklarını kullanarak, düzenin başına geçmeyi hedefleyen uyanık bir kapıcı haline gelmiştir. Seyit, apartman henüz inşa edilmeden mal sahibine para yatırarak apartmanın kapıcısı olmaya hak kazanmıştır. Bu durum Seyit'in *"Beni bu apartmandan attıracak daha anasının karnından doğmadı. 30.000 lira hava parası saymışım ben bu apartmanın temeline"* sözünden anlaşılmaktadır. Bu dönemde İstanbul genelinde kapıcılık bir rant oluşturduğundan mal sahipleri tarafından apartman inşa edilmeden önce dağıtılır hale gelmiştir (Bahtiyar, 2019: 109).

Filmin sonunda Seyit; çalışkanlığı, uyanıklığı ve cesareti sayesinde apartmanının %51 hissesini satın alarak apartman yönetimini feshedip adeta bir devrim yapmıştır. Devrim sonrası saygınlığı artan Seyit, yönetici olmak yerine "kapıcılık"tan vazgeçmeyerek kendi maaşına zam yapmış, bahşişi serbest bırakmıştır. Ancak Seyit karakterinin kadına ve eğitime karşı saygısının olmadığını söyleyebiliriz. Seyit'in, çocuğunu ders çalışırken görmesi üzerine kızarak; *"Okuyup da başımıza apartman yöneticisi mi olacaksın"* şeklinde tepki göstermesi köylü tarafından kentli-

eğitimli insan algısının apartman yöneticisi olmakla eşdeğer ve bir nevi gereksiz ve istenmeyen bir durum gibi görülmesi söz konusudur.

Mekânsal Analiz: Film, sokak kültürünün ve toplumsal ilişkilerin gözlemlenebileceği, özellikle çekildiği dönemlerde kapıcı-apartman sakini ilişkilerinin hareketli yaşandığı bölgelerden birinde, İstanbul'un Beyoğlu semtinde çekilmiştir. Seyit'in kapıcılık yaptığı apartman ise Selahattin Zeren Apartmanıdır. (Bahtiyar, 2019: 106).

Filmin çekildiği Cihangir Mahallesindeki Güneşli Sokak, sağlı sollu bitişik nizam düzeninde genellikle zemin üstüne üç veya dört katlı apartmanlardan oluşan, zemin kattan sonra çıkmalı, 1970'li yıllarda Türkiye'deki modernizmin apartman örneklerinin sergilendiği sokak dokusuna sahiptir (Tablo 1). Filmin çekildiği apartmanın yapım tarihi bilinmemekle birlikte 1966 tarihli şehir haritasında yer aldığı görülmüştür. Bodrum üzerine zemin artı dört kat ve çatı katından oluşan kâgir binada, zemin kat üzerine çıkma yapılarak oluşturulan normal katlar tekrar eden plan düzenindedir (Tablo 2). Cephede taşıyıcılar arasına koyulan geniş ve yatay bant şeklindeki pencereler ferah iç mekânların oluşmasını sağlamıştır. Pencere altlarında kullanılan cephe elemanları ve renk kullanımı cepheye hareket kazandırmıştır. Yansıttığı cephe karakteriyle bu apartman, sokak üzerindeki en karakteristik yapılardan biridir (Bahtiyar, 2019: 106).

Tablo 1. Kapıcılar Kralı filmi, Selahattin Zeren Apartmanı konumu



Selahattin Zeren Apartmanın konumu,1966 (URL 1)



Selahattin Zeren Apartmanı konumu,2019 (URL 2)

Adres: Cihangir Mah. Güneşli Sok. No:45 Beyoğlu/İstanbul



Güneşli Sokak, filmdeki hali, 1976



Güneşli Sokak, Günümüzdeki hali, 2019 (URL 2)



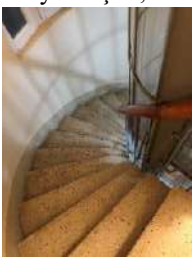
Selahattin Zeren Apartmanı, filmdeki hali, 1976



Selahattin Zeren Apartmanı, günümüzdeki hali (Tuba Bülbül Bahtiyar arşivi, 2019)



Apartman girişi, günümüzdeki hali (Tuba Bülbül Bahtiyar arşivi, 2019)



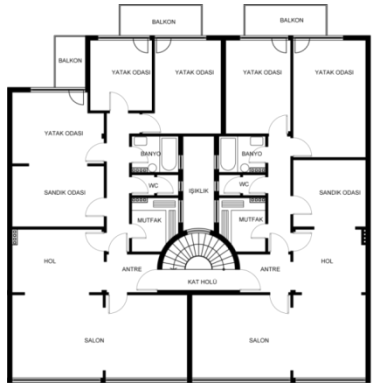
Katlar arası merdivenler, günümüzdeki hali (Tuba Bülbül Bahtiyar arşivi, 2019)

Filmin dış mekân sahneleri ile apartman içinde merdivenlerde ve kat hollerindeki sahneler bu sokakta ve bahsi geçen apartmanda çekilmiş iken iç mekân çekimlerinin farklı bir konutta veya konutlarda yapıldığı düşünülmektedir. Filmin iç mekân sahnelerindeki dairelerin incelenmesi ve yorumlanması ise filmdeki karakterlere ve bu karakterlerin temsil ettiği sosyal sınıflara bağlı olarak yapılmıştır.

Plan kurgusunda yaşama ve yatma mekânları net bir şekilde ayrılmamış olup mutfak gece holünden kullanılmaktadır. Mutfak, wc ve banyo için ıslak hacim birliği yapılmış, mekânlar merdivenin arkasında ve binanın ortasında bırakılan ışıklığa baktırılmıştır (Şekil 2-3).



Şekil 2. Selahattin Zeren Apartmanı zemin kat planı (Tadilat projesi üzerinden şematize edilmiştir).



Şekil 3. Selahattin Zeren Apartmanı normal kat planı (Tadilat projesi üzerinden şematize edilmiştir).

Filmin çekildiği mekânlar ele alındığında; kapıcı dairesinde geçen sahnelerde dairenin tek bir mekândan oluştuğu görülmektedir. Bu mekânın içinde hem yatma eylemi hem de günlük yaşam eylemleri gerçekleştirilmektedir. Dairede kullanılan donatılar incelendiğinde ise bir köy evini andırdığı görülmektedir. Hacer ve Seyit odanın bir köşesinde yer alan çift kişilik pirinç başlıklı karyolada yatarken (Resim 1) çocuklar ise yer yatağında yatmaktadır. Odada bir de divan bulunmaktadır. Bu divanda genellikle evin otoritesi Seyit oturmaktadır. Yatak başındaki ve divanın arkasındaki duvar halısı ise köy evinin bir özelliği olarak karşımıza çıkmaktadır (Resim 2). Yemekler bu oda içinde hazırlanmakta ve yer sofrasında yenmektedir (Resim 3). Hacer, çamaşırları oda içinde yıkayıp yine odanın içine sermiştir (Resim 4). O dönemde evlere yeni girmeye başlayan televizyon ise Seyitlerin dairesinde bulunmamaktadır, çocuklar televizyon izleyebilsin diye her akşam sırayla komşulara gönderilmiştir. Bu döneme mahsus olarak televizyon izlemek için yapılan bu misafirliklerin adı *"telesafirlik"* olarak da zihinlerde yer etmiştir.



Resim 1. Çift kişilik karyola (Şeref Film, 2018)



Resim 2. Seyit'in oturduğu divan (Şeref Film, 2018)



Resim 3. Yer sofrası (Şeref Film, 2018)



Resim 4. Çamaşırların oda içine asılması (Şeref Film, 2018)

Kapıcı dairesinde; köyden kente göç etmiş ailenin, kültürünü ve yaşam şeklini mekân donatıları ve mekânın kullanımı anlamında aynen devam ettirdiği görülmektedir.

Apartmanın zemin katında Memur Ferit Bey ve karşı dairesinde Doktor oturmaktadır. Ferit Bey, kalabalık nüfusuyla ayın sonunu zor getiren, borç içinde, kirasını ödemekte zorlanan devlet memurunu temsil etmektedir. En büyük kızı eşinden boşanarak babasının evine gelmiştir ve Ferit Bey'in yükü daha da artmıştır.

Seyit'in apartmanda en sevdiği ve bakkal borçlarında bile kayırdığı Ferit Bey'in salonundan karelerde, salonun oldukça yalın mobilyalarla döşendiği görülmüştür (Resim 5). Üzeri örtülü ve yastıklarla arkalık oluşturulmuş bir somya ile kırmızı renkli tekli koltuk bir arada kullanılmıştır. Karşı duvarda yer alan televizyonu evin bütün fertleri aile içindeki statülerine göre dizilerek izlemektedirler (Resim 5).

Doktorun ise memura göre ekonomik durumu bir miktar daha iyidir. Oturduğu daireyi hem konut hem de resmi olmayan muayenehane olarak kullanmaktadır (Resim 6). Kazancını yasadışı olarak yaptığı kürtajlar sayesinde sağlayan Doktor, Seyit'in eşinin hamile kaldığını öğrendiği sahnelerde görülmektedir. Erkek doktorun eşini muayene etmesinden rahatsız olan Seyit'in tutumunda o dönemlerdeki kadın hastalıklarından utanarak/çekinerek bahsetme sıkıntılarına da vurgu yapılmıştır.



Resim 5. Memur Ferit'in oturma odası (Şeref Film, 2018)



Resim 6. Doktorun muayenehaneye dönüştürdüğü odası (Şeref Film, 2018)

Birinci katta, eski yönetici *"kılıbık"* Fehmi Bey ve kapı komşusu Şarhoş Şevket (Şevket Altuğ) oturmaktadır. Fehmi Bey pasif bir kişiliktir

ve evdeki hâkimiyet despot eşinin elindedir. Fehmi Bey eşinin sözünden çıkmadığı ve apartmanda iktidar kuramadığından ötürü artan spekülasyonlara dayanamayarak yöneticiliği emekli Albay Zafer Bey'e bırakmıştır. Tek çocukları olan bu ailenin, orta gelir seviyesindeki çekirdek aileyi temsil ettiği söylenebilir.

Fehmi Bey'in dairesindeki mutfak sahneleri incelendiğinde ilk etapta duvarlardaki yeşil tonunun baskınlığı dikkat çekmektedir. Daire girişindeki duvarların mavi, ara holün ve salonun pembe, mutfağın ise yeşil renkte boyanması (Resim 9-10) evlere canlı renk kullanımının girdiğini göstermektedir. Mutfak oldukça dar ve küçük bir mekândır (Şekil 4). Duvarlarda karşılıklı mermer tezgâhlar yer almakta, pencerenin önündeki tezgâhta ise eviye bulunmaktadır. Tezgâh ve dolaplar arası 20x20'lik beyaz fayanslar ile kaplanmıştır. Üst dolaplar depolama alanını arttırmak amaçlı iki katlı olarak yapılmıştır. Dolaplarda beyaz zemin üzerine kırmızı desenli kapaklar kullanılmıştır (Resim 7). Dönemin mutfaklarında sıkça görülen desen kullanımı burada fayans yerine dolap kapaklarında tercih edilmiştir. Üst dolapların altında açık raflar bulunmaktadır. Tezgâh altına ise kapaklı dolaplar yapılmıştır. Fırınlı ocak iki tezgâhın arasında (Resim 8), mutfağa sonradan eklenmiş bir konumda, ortada yer almıştır. Kapaklı dolaplar ve fırınlı ocak kullanımının ailenin üst-orta gelir seviyesinde olduğunun bir göstergesidir diyebiliriz.



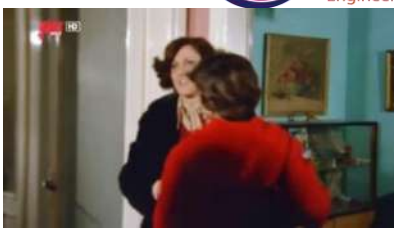
Şekil 4. Fehmi Bey'in mutfağı (Kapıcılar Kralı filmindeki sahnelerden şematize edilmiştir)



Resim 7. Mutfak (Şeref Film, 2018)



Resim 8. Mutfakta fırınlı ocak kullanımı (Şeref Film, 2018)


Resim 9. Antre (Şeref Film, 2018)


Resim 10. Salon (Şeref Film, 2018)

Fehmi Bey'in kapı komşusu sarhoş Şevket Bey ile ilgili mekânsal anlamda veri bulunmamaktadır. Ancak Şevket'in eşinden gizli olarak aldırdığı içkiler üzerinden kapı komşusu gibi *"kılıbık"* olduğu anlaşılmaktadır. Toplumsal konum anlamında ise Şevket'in sürekli neşeli ve sarhoş olma durumunun toplumda keyfine düşkün ve değişime kapalı olan, *"elini taşın altına koymayan"* kişileri temsil ettiği söylenebilir. Fehmi ve Şevket'in aynı katta yer almalarının ortak noktaları ise ikisinin de sahip olduğu pasif karakterden ötürü olduğu yorumu çıkarılmaktadır.

İkinci katta tüccar Nuri (Resim 11) ve apartmanın dedikoducusu Makbule (Resim 10) oturmaktadır. Nuri, uzun süren seyahatlere giden, ekonomik gelir seviyesi yüksek araba tüccarıdır. Seyahat dönüşlerinde elinde hediyelerle gelmekte ancak gelmesiyle birlikte karısını dövmeye başlamaktadır. Bütün apartman Nuri'nin karısını dövmesine isyan etmesine rağmen Nuri'yle karşı karşıya gelmekten çekinmektedir. İşin ilginç yanı ise karısının bu durumdan rahatsız olmayarak *"özel hayatımız"* olarak nitelendirmesidir. Nuri ve eşinin toplumsal konum olarak *"üçüncü sayfa haberlerine"* konu olan bozuk aile yapısını temsil ettiği söylenebilir.

Makbule ise apartmandaki magazinsel olaylarla beslenen ve apartmanı kışkırtan karakterdir. Seyit'in tabiriyle *"haber ajansı"* gibi çalışan Makbule, toplumsal konum anlamında *"basın veya medya"*yı temsil ettiği söylenebilir. Her iki dairenin de iç mekânlarından görülen kareler yeterli olmadığı için mekânsal analiz açısından incelemeye alınmamıştır.


Resim 10. Makbule'nin kapı dinlemesi (Şeref Film, 2018)


Resim 11. Tüccar Nuri (Şeref Film, 2018)

Üçüncü katta emekli Albay Zafer Bey ve banka müdürü Mithat Bey oturmaktadır. Albay zafer Fehmi Bey'den sonra apartmanın yeni yöneticisi olmuştur. Alışık olduğu askeri düzeni apartmana getirmeye

çalışmaktadır. Ancak askeri düzen komşular üzerinden değil, Seyit üzerinden gerçekleştirilmekte, Seyit'e kılık kıyafete dikkat etme, sakal tıraşı, bahşişin yasaklanması, sabahları düzenli koşu, saat başı denetim gibi zorunluluklar getirmektedir.

Mithat Bey ve Zafer Bey toplumsal konum açısından kente uyum sağlamış, Avrupai yaşam tarzını benimseyen, Batılılaşmış üst-orta sınıfı temsil etmektedir. Her iki karakter de kültürel kodları muhafazakâr Anadolu coğrafyasına ait olan Seyit'i *"küçük görmekte"* her fırsatta aşağılamaktadırlar. Birbirleri arasında ise çıkar ilişkisine ve kendi çevrelerini koruma gerekliliğine dayalı yakın komşuluk ilişkisi bulunmaktadır. Bu komşuluk ilişkisinden her iki aile de memnun olmamasına karşın sosyal konumları gereği birbirlerine yakın görünmek durumunda kalmıştır.

Albay Zafer'in dairesi mekânsal analiz açısından incelendiğinde; salonda geçen sahnede, Mithat Bey ile ailecek akşam yemeği yedikleri görülmektedir. Yemek masasının arkasında Avrupai yaşamın getirilerinden olan, çeşitli içkilerin bulunduğu küçük bir bar yer almaktadır (Resim 12).

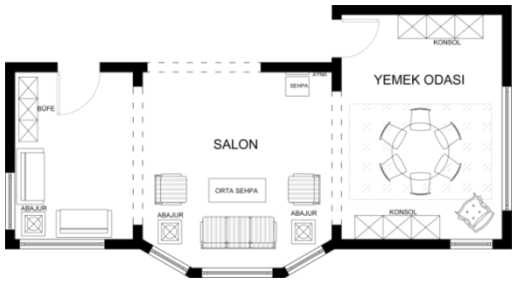


Resim 12. Albay Zafer'in salonunda yemek masası (Şeref Film, 2018)

Dördüncü katta ise eşini kaybetmiş, zengin ve yaşlı Übeyt Bey oturmaktadır. Filmdeki diyaloglardan bankerlik/tefecilik tarzı bir iş yaptığı düşünülmektedir. Her sahnede robdöşambr giymiş olarak görünen ve zarafete önem veren Übeyt Bey apartmandaki konumu itibariyle *"sermaye ve yüksek burjuvazi"*yi temsil etmektedir. Übeyt Bey ev sahibidir ve karşı daire de kendisine aittir. Karşı daireye Übeyt Bey'in kiracısı olarak dolandırıcı Mahir ve ortağı taşınmıştır. Mahir kendini gizli polis olarak tanıtmıştır. Filmde Übeyt Bey'in ve Dolandırıcı Mahir'in salonundan kareler görülmektedir.

Mahir ve ortağının salonu, farklı tarzların bir arada kullanıldığı ve renk kullanımının yoğun olduğu bir mekândır, kendi içinde alt bölümlere ayrılmıştır (Şekil 5). Cepheye bakan kısım yemek odasıdır, bu mekânda altı kişilik yuvarlak yemek masası ve içinde değerli eşyaların bulunduğu camlı konsol yer almaktadır (Resim 13). Sandalyeler yeşil tonunda kadife kumaş kaplamadır. Yemek masasının altındaki kırmızı tonlarındaki

dokuma halı, mekânda geleneksel bir dokunuş olarak dikkat çekmektedir. Salon mobilyaları ise daha rasyonel bir tarzda döşenmiştir. Koltuk takımı çizgili kumaşlı, ahşap kolçaklıdır (Resim 15). Koltuk döşemesi, orta gelir seviyesindeki konutların oturma odalarında sıkça görülen bir desendir. Pencerelerde desensiz tül ile çizgili, beyaz ve yeşil kombinasyonu ile canlı renklerde fon perdeleri kullanılmıştır (Resim 14). Salona giriş duvarında 1970'li yıllarda görülmeye başlayan ve dönemin popüler kaplama malzemesi olan desenli duvar kâğıdı kullanılmış, üzerinde süslemeli altın renkli çerçeveli ayna asılmıştır (Resim 16). Diğer duvar yüzeylerinde ise farklı renkler kullanılmış; yemek odası açık mavi, salon pembe boyanmıştır.



Şekil 5. Mahir ve ortağının salonu (Kapıcılar Kralı filmindeki sahnelerden şematize edilmiştir)



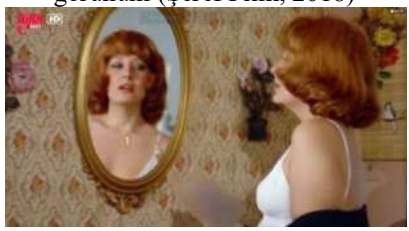
Resim 13. Salonun genel görünümü (Şeref Film, 2018)



Resim 14. Yemek odasından görünüm (Şeref Film, 2018)



Resim 15. Koltuk takımı (Şeref Film, 2018)



Resim 16. Salonda duvar kâğıdı (Şeref Film, 2018)

Yaşlı ve zengin Übeyt Bey'in salonunda ise klasik tarzda, iskeleti ahşap oymalı döşemelikleri desenli kadife kaplı oturma grubu ve yemek takımı kullanılmıştır (Resim 17). Yemek takımı ve oturma grubunun döşemelik kumaşları ile perdeler birbiriyle takımdır. Yemek masasının bulunduğu

köşenin arkasında duvarı kaplayan ahşap oymalı camekânlı vitrin yer almaktadır (Resim 18). Bu vitrin *"Amerikan bar"* gibi kullanılmakta, içinde çeşitli içkiler yer almaktadır. Zemini ahşap parke olan salona geleneksel desenlerde halı serilmiştir.



Resim 17. Übeyt Bey'in salonu (Şeref Film, 2018)



Resim 18. Übeyt Bey'in salonunda yemek takımı (Şeref Film, 2018)

Değerlendirme

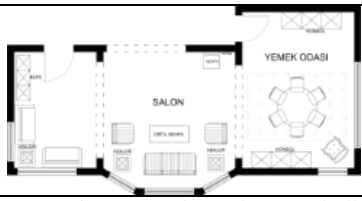
Filmin dış mekân çekimlerinde gösterilen apartman, cephe karakteri, plan kurgusunda yaşama mekânının ve yatak odalarının cepheye ıslak hacimlerin ışıklığa bakması, karanlık odaların sandık odası olması gibi özellikleri ile dönemin apartmanlarına verilebilecek en iyi örneklerdendir (Tablo 2).

Tablo 2. Kapıcılar Kralı filminde dış mekân çekimlerindeki "Apartman"ın Özellikleri

Cephesi ve Plan Şeması		
Cephe ve Plan Özellikleri	-Apartmanın bitişik nizam düzenindeki sokak dokusunda, sokaktan doğrudan erişilen, bodrum üzerine beş katlı ve çatı katlı, katlarda çift daireli, iki cepheli (arka ve ön), zemin katların üstü çıkmalı kâgir bina olması -Cephe karakterinin tekrar eden yatay pencere düzeninden, yatay bant şeklindeki cephe elemanlarından oluşması -Zemin katın yaşama mekânının apartman girişine verilen alan ve cephesinde çıkma olmaması sebebiyle daha küçük olması -Daha az alan kapladığı için U merdiven tercih edilmesi, kat holünün merdiven sahanlığı ile sınırlı olması -Odaların antreye ve koridora açıldığı, mutfağın gece holünden ulaşıldığı 2+1 ve 3+1 plan düzeninin katlarda birlikte kullanılması -Yaşama mekânının giriş cephesine, mutfak, banyo ve tuvaletin parselin ortasında açılan ışıklığa, yatak odalarının ise arka cepheye baktığı plan kurgularının tercih edilmesi -Plan şemasında karanlık kalan odaların sandık odası olarak nitelendirilmesi ve bu odaların depolama amaçlı kullanılması	

İç mekân çekimlerinde ise, toplumun en alt kesiminden en üst kesimine kadar olan ailelerin konutları ve iç mekân düzenleri filmde tek bir apartman üzerinde gösterilmiştir. Kapıcı dairesinde tüm yaşamın geleneksel konuttaki gibi tek bir mekân içerisinde sürdürülmeye çalışıldığı görülürken farklı ekonomik gelir seviyesindeki ailelerin aynı mekânları farklı şekillerde kullandıkları göze çarpmaktadır. Gelir seviyesi arttıkça mobilyaların nitelikleri de değişmektedir. Memura ait olan konutta koltuk, kanepe, divan gibi geleneksel ve modern mobilyalar birlikte kullanılırken Banker Übeyt Bey'in konutunda mobilyalar takım olarak kullanılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Kapıcılar Kralı filminde iç mekân çekimlerindeki "Apartman"ın Özellikleri

Plan Şeması		
Plan Özellikleri	-Yaşama mekânının sofanın devamı niteliğinde olması ve kapısının bulunmaması -Yaşama mekânının alt mekânlardan oluşan geniş bir hacim olması -Alt mekânların kısmi duvarlarla ayrılması ve her bir mekânın sonradan bölünme ihtimaline karşı hole veya başka bir mekâna açılan ayrı bir kapısının bulunması -Yaşama mekânının dikdörtgen biçimli, ortasının da çıkmalı olması	
Salon/ Oturma Odası		-Yaşama mekânında modern mobilyaların kullanılması -Duvarlarda canlı renk ve duvar kâğıdının kullanılması
Yemek Odası / Bölümü		-Yaşama mekânının içinde yer alan bir alt mekân olması -Yemek bölümünün 6 kişilik yuvarlak yalın bir üslupta masa, sandalyeler ve büfeden/fincanlıktan oluşması
Mutfak		-Mutfağın dar ve küçük hacimli, cepheye açılan penceresi ve balkonu olan bir mekân olması -Eviyenin pencerenin önünde yer alması -Kullanıcının ekonomik gücüne göre fırınlı ocak kullanımı -Kapaklı alt ve üst mutfak dolaplarının olması

SONUÇ

Köyden kente çeşitli amaçlarla göç eden insanların barınma ihtiyacını karşılamak için hızlı ve düzensiz yapılaşmanın giderek arttığı 1970lerde, Kat Mülkiyetinin gelmesinden sonra daha yüksek katlı yapılan

apartmanlar; bitişik nizam düzeninde yoğun yapılaşmanın görüldüğü sokak dokularını oluşturmuştur. Bu sokak dokusu ise farklı kültür ve tabakadaki bireylerin karşılıklı ilişkiler içinde bulunmasını gerektirmiş, kentin kozmopolit ve farklılaşmış toplum yapısının ve katmanlarının gözlemlenebileceği alanlar haline gelmiştir.

Sinema arakesitinde ele alınan bu çalışmada sahneler üzerinden mimarinin toplumsal yapı ve kültür ile olan kaçınılmaz ilişkileri okunmuştur. Türkiye'deki toplumsal ayrışmaları apartman katları üzerinden gözlemlediğimiz Kapıcılar Kralı filmi bu anlamda; 1970-1990 aralığındaki 20 yıllık sürecin kentleşme ile birlikte oluşan sorunlarını, komşuluk ve sosyal ilişkilerini, ekonomik gelir seviyesine göre tercih edilen konut içi düzenlemelerini bizlere mekân ve senaryo aracılığıyla aktarmıştır.

Göçle kente gelen bireyin kente uyum sürecinde kültürel kodlarını bir şekilde devam ettirdiği, yatay ve düşey hiyerarşinin bulunduğu toplumsal katmanda yükselmenin veya alçalmanın büyük oranda gelir seviyesi ile ilişkili olduğu ortaya çıkmaktadır. Toplum tarafından saygı görmek, bir anlamda dokunulmaz olmak ve bir statüye sahip olmanın en önemli şartının eğitim ve kültürden ziyade maddi açıdan yeterlilikle ilgili olduğu görülmüştür. Bu film bize ayrıca modernleşmeyle birlikte bireyselleşmenin ve çıkar ilişkilerinin arttığını, buna bağlı olarak bireylerin birbirine güvensizleştiği bir ortamın oluştuğunu göstermiş; toplumsal ve ahlaki değerlerin geri plana atıldığına tanıklık etmemizi sağlamıştır.

KAYNAKÇA

1. Akgün, A. (2014). Ayrışma-Ayrıştırma Temelli Mekânsal Pratiklerin Toplumsal Pratiklerle İlişkisi Üzerine Bir Çalışma, *İdealkent Dergisi,* 12, 28-39.
2. Akkoç, H., B., (2015). Kapıcılar Kralı Üzerine Bir Analiz, Erişim adresi: http://www.sinematopya.com/2015/02/kapicilar-krali-uzerine-bir-analiz.html
3. Arun, Ö. (2014). İnce Zevkler- Olağan Beğeniler: Çağdaş Türkiye'de Kültürel Eşitsizliğin Yansımaları, *Cogito Dergisi, 76,* 167-191.
4. Atalay, B. (1983). Sanayileşme ve Sosyal Değişme (Kırıkkale Araştırması), *DPT Yayınları,* Ankara.
5. Erkut, G. (1991). "Kentleşme Sürecinin Sosyolojik Boyutu", Kentleşme ve Kentlileşme Politikaları, *TÜSES Yayınları.,* İstanbul
6. Bahtiyar, T. B. (2019). 1970-1990 Aralığında Konut ve İç Mekân Özelliklerinin Kemal Sunal Filmleri Üzerinden Okunması, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,* Konya.

7. Bahtiyar, T.B., Yaldız, E. (2019). Kemal Sunal Filmlerinden Şaşkın Damat (1975) Filminin Mekânsal Özelliklerinin Sinema ve Mimarlık Ara Kesitinde Değerlendirilmesi, *Journal of Social and Humanities Sciences Research,* 6 (42), 2753-2767.
8. Bal, H. (2002). Kent Sosyolojisi, *Fakülte Kitabevi,* Isparta.
9. Cengizkan, A. (2009). Kültür Nesnesi Olarak Konut ve Politik Aktörlerin Arka Bahçesi Olarak Konut Üretimi, Dosya: Toplu Konut Mimarlığı: Deneyimler, Olanaklar, Olasılıklar. *Mimarlık,* 345 (Janury-February), 25-27.
10. Görgülü, T. (2016). Apartman Tipolojisinde Geçmişten Bugüne; Kira Apartmanından "Rezidans'a" Geçiş, *TÜBA-KED* 14, 166-178.
11. Karaman, K. (2003). Türkiye'de Şehirleşme Olgusu ve Gecekondu Sorunu, *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi,* 4, 108-117
12. Koçak, H. (2011). Kent-Kültür İlişkisi Bağlamında Türkiye'de Değişen ve Dönüşen Kentler, Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 2, 259-269.
13. Korkmaz, A. (1991). "Şehirleşme ve Suç", Sosyoloji Konferansları 23. Kitap, *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Yayınları,* İstanbul, (69-78).
14. Kurultay, A. B., Peksevgen, B. (2012). Markalı Güvenlikli Site Reklamlarında Türk Orta Sınıf Hayali, *İdealkent Dergisi,* 6, 190-207.
15. Özgür, E. F. (2006). Sosyal ve Mekânsal Ayrışma Çerçevesinde Yeni Konutlaşma Eğilimleri: Kapalı Siteler, İstanbul, Çekmeköy Örneği, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü Planlama Dergisi,* 4, 79-95.
16. Smelser, N. J. (1981). Sociology, *Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs*, Newjersey.
17. Sunal, A. K. (1998). Tv ve Sinemada Kemal Sunal Güldürüsü, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü,* İstanbul.
18. Toit, B. M. Du. (1975). Migration and Urbanization, *Mouton Pub.-The Hague*, Paris.

Youtube İletileri

Şeref Film. (10 Aralık 2018). Kapıcılar Kralı [Video dosyası]. Erişim adresi: https://www.youtube.com/watch?v=R7ttwk9kQ8s&t=2500s

Web İletileri

URL 1: https://parselsorgu.tkgm.gov.tr/#ara/idari/28072/648/31/1559464351261 [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2019].

URL 2: https://www.google.com/maps/@41.0322262,28.985226,3a,75y,309.48h,98.03t/data=!3m6!1e1!3m4!1sUYksXnRbUrB3gudXtqsF9Q!2e0!7i13312!8i6656 [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2019].

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

SAĞLIK YAPILARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIM KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ

Arzu Doğan[1]&Saniye Karaman Öztaş [1]

[1]Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Kocaelli/Türkiye
**e-mail:arzusyn@gmail.com*

Öz: Yapılar, yaşam döngüleri boyunca olumsuz çevresel etkilere neden olabilmektedir. Yapılan araştırmalar enerji tüketiminin büyük bölümünün yapılardan kaynaklandığını göstermektedir. Yapı türleri bazında yapılan çalışmalar incelendiğinde, sağlık yapılarında enerji tüketim miktarının, diğer yapı türlerine oranla çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Bir sağlık yapısı olan hastaneler gün boyu kesintisiz çalışması gereken, oldukça yüksek su, malzeme, enerji tüketimleri olan ve zararlı, tehlikeli atıklarıyla çevreye yüksek oranda zarar verebilen yapı türlerindendir. Türkiye'de özellikle son yıllarda yeşil düşünce temelli uygulamalar dikkat çekmiş olmakla birlikte, diğer ülkelere kıyasla sadece belli sektörlerle sınırlı kalınmış ve sağlık sektöründe istenilen boyutta gelişmeler henüz elde edilememiştir. Yeşil hastanelerin, "yeşil" olarak nitelendirilmesi ve çevre üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi adına yeşil yapılar için LEED, BREEAM gibi sertifikasyon sistemlerinin, sağlık yapıları için özelleştirilmiş türleri geliştirilmiştir. Geliştirilen yaklaşımlar ve oluşturulan sertifika sistemleri birbirinden farklı olmakla birlikte; enerji verimliliği, su korunumu, malzeme kullanımı, iç ortam hava kalitesi, bakım ve işletme vb. konuları ortak olarak ele almaktadır. Sertifika sistemlerinin yanı sıra sürdürülebilir bina tasarım ilkeleri; insan sağlığı, biyolojik çeşitlilik ve çevrenin korunması; doğal kaynakların ve enerjinin verimli kullanılması öncelikli faktörler olmak üzere; araziye yerleşim, iklim, form, malzeme, aydınlatma ve havalandırma sistemlerine ilişkin tüm kararları göz önünde bulundurmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada sağlık yapıları için geliştirilmiş LEED ve BREEAM sertifikasyon sistemleri öncelikli olarak, sağlık yapıları için geliştirilmiş diğer değerlendirme araçları ve sürdürülebilir bina tasarım kriterleri doğrultusunda sağlık yapıları için özelleştirilmiş sürdürülebilir tasarım kriterlerinin belirlenmesi ve gelecekte yapımı planlanan sağlık yapıları için bir rehber oluşturulması amaçlanmıştır. Bu çalışma ile sağlık yapıları için belirlenen tasarım kriterleri üzerinden Türkiye için ulusal bir yeşil hastane sertifikasyon sisteminin geliştirilmesine ve hastanelerin sürdürülebilir özelliklerinin arttırılmasına katkıda bulunulabilir.

Anahtar Kelimeler; Sürdürülebilirlik, Yeşil bina, Yeşil hastane, Yeşil hastane tasarım ilkeleri

GİRİŞ

Yapılar, yaşam döngüleri boyunca olumsuz çevresel etkilere neden olabilmektedir. Çevre konusunda araştırma yapan bilim insanları çevreye ve insan sağlığına son derece zararlı hale gelen etkileri azaltmak için bugünün ihtiyaçlarını karşılarken gelecek kuşakların ihtiyaçlarını da düşünerek doğaya zarar vermeden hareket etmek olarak tanımlanan

sürdürülebilirlik kavramını gündeme getirmişlerdir. Kendisini ilk olarak 1990'ların başında inşaat sektöründe gösteren sürdürülebilirlik kavramı, sürdürülebilir yapılar, yüksek performanslı yapılar ve yeşil yapılar gibi isimlerle devamlı hale gelmiştir. Dünya genelinde oldukça popüler hale gelen yeşil yapılar aynı zamanda sağlıklı, çevresel dengeyi bozmayacak şekilde tasarlanan ve inşa edilen, enerji ve su kaynaklarını etkili bir şekilde kullanan, daha az malzeme kullanan, iç çevre kalitesine katkı sağlayan insana ve çevreye en az zararı olan oldukça kompleks yapılar şeklinde tanımlanmaktadır (Darko, Chan 2016).

Yapılan araştırmalar enerji tüketiminin büyük bölümünün yapılardan kaynaklandığını göstermektedir. Yapı türleri bazında yapılan araştırmalar incelendiğinde, sağlık yapılarında enerji tüketim miktarının, diğer yapı türlerine oranla çok daha yüksek olduğu görülmektedir (Özdemir, M., 2017). Hastane gün boyu kesintisiz çalışması gereken, oldukça yüksek su, malzeme, enerji tüketimleri olan ve zararlı, tehlikeli atıklarıyla çevreye yüksek oranda zarar verebilen bir yapı türüdür. Bu yüzden günümüzde dünyada ve ülkemizde enerji ihtiyacını minimuma düşürmek için çözüm üretmek ve enerji verimliliği sağlamak önemli konulardan biri haline gelmiştir.

Çevre dostu stratejileri olan ve yeşil kavramına değinen hastanelerin 1960'lı yıllarda ortaya çıkmaya başladığı bilinmektedir (Kılıç, C., Güdük, Ö., 2018). Ancak Türkiye'de özellikle son yıllarda yeşil düşünce temelli uygulamalar dikkat çekmiş olmakla birlikte, diğer ülkelere kıyasla sadece belli sektörlerle sınırlı kalınmış ve sağlık sektöründe istenilen boyutta gelişmeler henüz elde edilememiştir.

Bu çalışmada sağlık yapıları için özelleştirilmiş sürdürülebilir tasarım kriterlerinin belirlenmesi ve gelecekte yapımı planlanan sağlık yapıları için bir rehber oluşturulması amaçlanmıştır.

1. Sürdürülebilir Mimarlık ve Tasarım Kriterleri

Kremers, sürdürülebilir mimarlığı doğal kaynakların kullanımını azaltmayı ve üretim-tüketim oranlarını dengede tutmayı hedefleyen mimari tasarım olgusu olarak tanımlar. Bu kavram ayrıca insan ve doğa ilişkisini bir arada tutarak, iklim ve topografik yapısının girdi olarak düşünülmesi ve kaynakların etkin kullanımının dikkat edilmesi gereken bir yaklaşım olarak tanımlanır (Kremers, J., 1995).

Yapı üretim süreci, yoğun kaynak tüketimi ve atık üretimi ile hem çevre hem de kullanıcı sağlığı üzerinde önemli etkiler yaratan bir süreçtir. Yapım faaliyetleri, enerjinin %40'ını, suyun %16'sını, malzemenin (taş, çakıl, kum) %40'ını, ormanların %25'ini tüketmektedir (Esin, T., Yüksel, İ., 2009). Çevre üzerindeki etkileri bakımından değerlendirildiğinde ise yapım faaliyetleri, hava kirliliğinin %23'üne, sera gazı emisyonlarının

%50'sine, su kirliliği ve atık üretiminin %40'ına sebep olmaktadır (Dixon, W., 2010).

Sürdürülebilir tasarımda; iklimsel özellikleri dikkate alarak, binanın konumlandırılması ile başlayan ve bina tasarım düzeni, bina formu, mekan organizasyonu, malzeme seçimi, sıhhi tesisat donanımları, uygun yeşil bitki örtüsü vb. ile devam eden fiziksel bir kriterler dizgesi söz konusudur (Tönük, 2001). Sürdürülebilirlik üç ana bileşeni bir araya getirmektedir. Bunlar;

- Çevresel Sürdürülebilirlik,
- Ekonomik Sürdürülebilirlik,
- Sosyal-Kültürel Sürdürülebilirlik'tir (Yavaşbatmaz, S., 2012, Palteki A. S., 2013, Özdemir, M., 2017). Belirlenen çevresel, ekonomik, sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik tasarım kriterlerinin ölçütleri ve yöntemleri Tablo 1.1 ve Tablo 1.2 de gösterilmiştir.

Tablo 1.1 Çevresel Sürdürülebilir Tasarım Kriterlerine Yönelik Ölçüt ve Yöntemler (Yavaşbatmaz, S., 2012, Palteki A. S., 2013, Özdemir, M., 2017).

	ÖLÇÜTLER	YÖNTEMLER
Çevresel Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri	Doğal Aydınlatma ve Doğal Havalandırma	Doğal aydınlatmadan max yararlanabilecek şekilde yönlenme ve mekan organizasyonun oluşturulması
		Gölgeleme elemanlarının kullanılması
		Yeterli aydınlatma sağlandığında aydınlatma sisteminin otomatik kapanması
		İç mekan kalitesi için havalandırma sistemlerinin doğru çözümlenmesi (Pencere boşlukları ve kontrol edilebilir açılış yönlerinin vb.)
	Bina Kabuğu	Doğal aydınlatmadan en çok yararlanabilecek cephelerde geniş, hakim rüzgar yönünde ki cephelerde ise az pencere kullanımı
		Çatı, duvar ve döşemede yalıtım miktarının optimum seviyede olması
		Cephe ve çatıların yeşillendirilmesi
	Bina Formu	İklimsel veriler dikkate alınarak yapının en/ boy tasarımının yapılması
		Bina dış yüzel alanının azaltılması
		Doğal aydınlatmadan en iyi yararlanacak şekilde kat yüksekliğinin belirlenmesi
		Binaların kat adedinin kullanıcıları dikkate alınarak belirlenmesi
		Bina formundaki girinti çıkıntıların gölgeleme amaçlı tasarlanması
	Mekan Organizasyonu	Değişebilen hareketli paneller vb mobil elemanların kullanımı ile değiştirilebilir mekan tasarımlarına olanak verilmesi
		Güneş ışığından faydalanmak için doğru yönlendirilmiş mekanlarının tasarlanması
		Modüler tasarımlar ile ihtiyaçlara göre değişebilecek tasarımlara olanak verilmesi
		Birimler arası geçişlerin doğru tasarlanması
		Gün ışığı alacak ve hiç almayacak yerlerin organizasyonun doğru yapılması
	Atık Yönetimi	Atık oluşumunu önlemeye yönelik malzeme yönetim planının geliştirilmesi
		Atıkların belirli noktalarda biriktirilerek depolanması için alanlar oluşturulması
		Depolanan atıkların yapı içinde kullanılabilmesi

Tablo 1.1 (devamı) Çevresel Sürdürülebilir Tasarım Kriterlerine Yönelik Ölçüt ve Yöntemler (Yavaşbatmaz, S., 2012, Palteki A. S., 2013, Özdemir, M., 2017).

	ÖLÇÜTLER	YÖNTEMLER
Çevresel Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri	Sürdürülebilir Araziler	Yerleşim yoğunluğuna uygun arazi seçilmesi
		Mevcut yapının yeniden kullanımı veya restore edilmesi
		Arazinin yönü, eğimi ve topografik düzeni dikkate alınarak tasarıma başlanması
		Doğal ortamın korunması
		Isı adası etkisi azaltılması
		Oluşturulacak yeşil alanların yapıya uygun olması ve arazi ekosistemine zarar vermemesi
		Kentsel alanların iyileştirilmesi
		Yeşil alan maksimizasyonu
		Yapı alanlarının etkin kullanılması
	Su Kullanımında Etkinlik	Yapı içinde suyu verimli kullanan tesisat ve ekipman kullanılması
		Peyzaj tasarımda suyu verimli kullanan tesisat ve ekipman kullanılması
		Atık suların tekrar kullanılması
		Yağmur suyunun toplanıp kullanılması
		Peyzaj tasarımında az su isteyen bitki çeşitleri kullanmak
		Düzenli ölçüm ve kontrollerin yapılması
	Enerji ve Atmosfer	Elektrik üretiminde güneş enerjisinin kullanılması
		Aydınlatmada gün ışığından yararlanılması
		Su ısıtmasında güneş toplayıcılarından yararlanılması
		Havalandırma ve soğutmada rüzgar enerjisinden yararlanılması
		Enerji etkin yapı malzemelerinin seçilmesi
		Etkili yalıtım sistemleri
		Yüksek performanslı doğrama ve cam kullanılması
		Enerji korunumunu sağlayan peyzaj tasarımı
		Düzenli enerji ölçümleri yapılması
	Malzeme ve Kaynaklar	Yapı malzemelerinin yakın çevreden temin edilmesi
		Yerel yapı malzemelerinin seçilmesi
		Geri dönüştürülebilen ve tekrar kullanılabilen yapı malzemelerinin seçilmesi
		Ekonomik, estetik performansı yüksek ve kullanıcı memnuniyeti olan yapı malzemelerinin seçilmesi
		Kullanıcı sağlığını olumsuz etkilemeyen malzeme seçilmesi
		Kolay uygulanabilen ve az enerji ile üretilen malzemelerin kullanılması
	Ulaşım	Ulaşım akslarının belirlenmesi
		Alternatif taşıt ulaşım yol ve otoparklarının düşünülmesi
		Otopark alanlarının minimize edilmesi
		Bisiklet park alanlarının düşünülmesi ve yaya yollarının projelendirilmesi
		Kolay ve güvenli toplu taşıma araçlarına öncelik verilmesi
		Yüksek Kapasiteli düşük emisyonlu hizmet araçlarının kullanımına öncelik verilmesi

Tablo 1.2 Ekonomik ve Sosyal – Kültürel Sürdürülebilir Tasarım Kriterlerine Yönelik Ölçütler ve Yöntemler (Yavaşbatmaz, S., 2012, Palteki A. S., 2013, Özdemir, M., 2017).

	ÖLÇÜTLER	YÖNTEMLER
Ekonomik Sür. Tasarım Kriterleri	Kaynakların Verimli Kullanımı	Geri dönüşümlü yapı malzemelerinin kullanımı ile kaynak etkinliğinin sağlanması
		Uzun dönem kullanılabilir yapı malzemelerinin seçilmesi
		Kaynak kaybını önlemeye yönelik malzeme yönetim planının geliştirilmesi
	Düşük Kullanım Bedeli	Üretimde enerji ve kaynak etkinliği sağlanarak maliyetin düşürülmesi
		Yerel yapı malzemesi seçilerek şantiyeye taşıma maliyetinin düşürülmesi
		Maliyet analizleri ile yapıların ekonomik tasarlanması
Sosyal-Kültürel Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri	İç Mekan Yaşam Kalitesi	İç mekanlarda uygun aydınlatma koşullarının oluşturması
		İç mekanda uygun ve ferahlatıcı renklerin seçilmesi
		İç mekan hava kalitesinin sağlanması
		Zehirli madde içeren yapı malzemelerinden kaçınılması
		Akustik konforun sağlanması
		Isı, nem dengesinin sağlanması
		Dış mekanla bağ kuracak ara mekanların oluşturulması
	Yenilik ve Tasarım Süreci	İnsan psikolojisini olumlu etkileyecek iç ve dış mekan tasarlanması
		Dış mekanla görsel ilişki kurulması
		Yapım ve işletim sırasında az enerji kullanan yapıların tasarlanması
		İç mekanları verimli kullanabilen yapıların tasarlanması
		Tasarımda iklim verilerinin dikkate alınması

2.Yeşil Hastane ve Sertifikasyon Sistemleri

Hastaneler, hastaların tedavi olup iyileşmek; sağlıklı kişilerin ise mevcut iyilik halini koruyup sürdürmek ve bakım hizmeti almak amacıyla başvurdukları ilk yerlerdir. Dünya Sağlık Örgütünce (WHO) hastaneler; "…Müşahede, teşhis ve rehabilitasyon olarak gruplandırılabilecek sağlık hizmetlerinin verildiği, hastaların uzun veya kısa süreli tedavi gördükleri, yataklı kuruluşlar" şeklinde açıklanmaktadır (WHO, 2019).

Hastanelerde yanlış tasarım kararlarının alınması, iyileşmeyi olumsuz etkileyecek mimari tasarımlar yapılması, hastanenin steril ortam koşullarına uygun olmayan ürünlerin seçilmesi, hastanın ve çalışanların sağlığını koruyacak etkili bir hava akımının sağlanamaması vb. etmenler, hastanelerin iyileştiricilikten çok, hasta eden yapılar haline gelmelerine neden olmaktadır (Sungur Ergenoğlu, A., 2006). Diğer yandan hastanelerin çevre üzerinde de olumsuz etkileri söz konusudur. (Şekil 2.1) Tedavi sürecinde açığa çıkan atıklar toprağa, suya, havaya ve biyoçeşitliliğe zarar vermekte; atıkların kontrolsüz yok edilişi doğal sistemlerin ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır (Cansaran, D., 2011). Hastaneler tarafından üretilen atıkların yalnızca % 15 kadarı tıbbi atık olarak nitelendirilmekte olup bu atıkların geri dönüşümü mümkün değildir. Ancak geriye kalan %85'lik oranda atıklar geri dönüşüm için elverişli türlerden oluşmaktadır (Burger B, Newman P., 2013).



Şekil 2.1 Sağlıksız Hastane Koşulları ve Çevre-İnsan Sağlığı İlişkisi (Özdemir M.,2017)

Zamanla tıbbi gelişmeler, dönem ihtiyaçları ve hastane ortam koşullarını iyileştirme çabası, hastanelerde farklı form ve plan arayışlarına zemin hazırlamıştır. Hastane mimarisindeki bu değişim, sadece tıbbi gelişmeler, mekânsal ihtiyaçlar ve sektörel beklentilerle sınırlı kalmamış; sürdürülebilirlik ve yeşil anlayışın önem kazanması

hastaneleri de şekillendirmiş ve "yeşil hastane" kavramının literatüre girmesine zemin hazırlamıştır (Aydın D., 2009).

Bu bilgiler doğrultusunda yeşil hastaneleri, tasarım sürecinden başlanarak yapım, kullanım (işletme, bakım/onarım), yıkım/söküm olmak üzere tüm yaşam ömrü süresince canlı ve cansız çevreyi olumsuz etkilemeyen; kullanıcılarının iyileşmesini ya da mevcut sağlık halinin sürdürülmesini destekleyen; doğal kaynakları verimli kullanan ve minimum oranda atık üreten sürdürülebilir sağlık yapıları olarak nitelendirmek mümkündür (Özdemir M.,2017). Sağlık tesislerinde yeşil kavramına gelişmiş ülkelerde ciddi önem verildiği görülmektedir. ABD "de hastaneler en çok enerji harcayan ikinci ticari sektör olarak değerlendirilmektedir (Albrecht, S., Petrin, B., 2010). Dünyanın yeşil hastane konseptine olan farkındalığı ve ilgisi, varlığını inşa edilen yüzlerce kamu ve özel yeşil hastane binalarında gösterirken; Türkiye'de özellikle son yıllarda yeşil düşünce temelli uygulamalar dikkat çekmiş olmakla birlikte, belli sektörlerle sınırlı kalınmış ve sağlık sektöründe istenilen boyutta gelişmeler henüz elde edilememiştir.

2.1 Yeşil Hastane Sertifikasyon Sistemleri

Dünya'da yapı endüstrileri sürdürülebilir gelişme açısından önemli bir rol üstlenmişlerdir. Artan nüfus ve gelişen ekonomiden kaynaklı talepleri karşılamak için inşaat ve yapı faaliyetleri oldukça gelişmiştir. Ancak, bu faaliyetler doğaya zarar veren, aşırı enerji ve kaynak kullanan ve çevre üzerinde önemli etkileri olan bir hale gelmiştir. Bunun üzerine, amacı, kaynakların verimli kullanıldığı ve ekolojik dengenin gözetildiği daha sağlıklı bir çevre oluşturmak olan yeşil yapı sertifika sistemleri geliştirilmiştir (Wu, P., ve diğ. 2016).

Hastane sertifikasyon sistemleri ise yine aynı fikirden doğan ve ulusal/uluslararası ölçekte geliştirilen genel bina sertifika sistemlerinin hastane ihtiyaçları doğrultusunda düzenlenmesi ve sağlık yapılarına uyarlanması ile oluşturulan sistemleridir. Bu çalışma kapsamında hastanelere çeşitli avantajlar sunan yeşil hastane sertifika sistemleri arasında en yaygın uygulamaya sahip olan sağlık Yapılarına yönelik LEED (LEED for Healthcare) ve BREEAM sertifikaları (BREEAM for Healthcare) öncelikli olarak, sağlık yapıları için özelleştirilmiş değerlendirme araçları ele alınmıştır.

2.1.1 Sağlık Yapılarına Yönelik LEED Sertifikası (LEED for Healthcare)

Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik sertifikasyon sistemi (Leadership in Environmental Design- LEED), 1993 yılında kurulan Amerikan Yeşil Binalar Konseyi (U.S. Green Building Council USGBC) tarafından geliştirilmiş bir yeşil bina derecelendirme sistemidir. 1998'den

beri kullanılmakta olan LEED, uluslararası derecelendirme sistemleri içerisinde dünyada en yaygın olarak kullanılan yeşil bina sertifika sistemlerindendir (LEED,2019). Ancak LEED'in hastanelerde kullanımı çok yaygın olmamış, 2010 yılında LEED sertifikalı binaların sadece %0.5'ini hastaneler oluşturmuştur. Hastanelerin gece gündüz faaliyet halinde olmaları, hijyen gereksinimi, etkin havalandırma sistemi, insan sağlığı ve konforu, sirkülasyonun yoğun olması, kesintisiz su ve enerji kullanımı vb. gerekçelerle diğer binalardan farklı olması da mevcut sertifika sistemlerinin kullanımını önemli ölçüde kısıtlamıştır. Bu nedenle, 2011'de USGBC ile GGHC iş birliği ile sağlık yapıları için yeni bir LEED derecelendirme sistemi "LEED for Healthcare" yayımlanmıştır (Túnica, J., Planas, C., ve Clemente, R., 2012) (Şekil 2.1.1.1).

LEED PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	PUANLAMA
Yerleşim ve Ulaşım	9 Puan
Sürdürülebilir Araziler	9 Puan
Su Verimliliği	11 Puan
Enerji ve Atmosfer	35 Puan
Malzeme ve Kaynaklar	19 Puan
İç Ortam Hava Kalitesi	16 Puan
İnovasyon	6 Puan
Bölgesel Öncelik Kredileri	4 Puan
Bütünleşik Süreç Yönetimi	1 Puan

Şekil 2.1.1.1 Hastaneler için LEED Sertifikası Yaklaşımı İlkeleri

2.1.2.Sağlık Yapılarına Yönelik BREEAM Sertifikası (BREEAM for Healthcare)

Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu (Building Research Establishment Environmental Assessment Method-BREEAM), master plan, altyapı ve binalar için uygulanan ilk çevre dostu bina sertifika sistemidir. BREEAM, 1990'da İngiltere'de BRE (Building Research Establishment) tarafından geliştirildikten sonra dünyanın birçok ülkesinde benimsenmiştir. Sağlık merkezleri için BREEAM sertifikası "BREEAM Healthcare", BRE Global tarafından Birleşik Krallık Sağlık Bakanlığı'nın desteği ile oluşturulmuştur (BREEAM,2018) (Şekil 2.1.2.1).

BREEAM PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	PUANLAMA
Yönetim	22 Puan
Sağlık	10 Puan
Enerji	30 Puan
Ulaşım	9 Puan
Su	9 Puan
Malzeme	12 Puan
İnovasyon	10 Puan
Atık	17 Puan
Arazi Kullanımı ve Ekoloji	10 Puan
Kirlilik	13 Puan

Şekil 2.1.2.1 Hastaneler için BREEAM Sertifikası Yaklaşımı İlkeleri

2.1.3. Hastaneler İçin Green Star Sertifikası (Green Star Healthcare Certification)

Green Star sertifika sistemi, 2003'te Avustralya Yeşil Bina Konseyi (Green Building Council of Australia-GBCA) tarafından yapıların tasarım, yapım ve kullanım süreçlerinin çevresel performansını değerlendirmek amacıyla oluşturulmuştur [1]. 2009 yılında hastane, tıp merkezi, klinik, yaşlı sağlığı merkezi gibi sağlık yapıları için Green Star-Healthcare v1 versiyonu yayımlanmıştır (Şekil 2.1.3.1). 2012 yılında güncellenen sistem, 2015 yılı itibariyle sona ermiş olup en güncel versiyon olarak Green Star-Healthcare As Built v1 geliştirilmiştir (URL 1).

GREEN STAR PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	PUANLAMA
Yönetim	% 7
Yapı İçi Çevre Kalitesi	% 18
Enerji	% 18
Ulaşım	% 10
Su	% 11
Malzemeler	% 18
Arazi Kullanımı ve Ekoloji	% 6
Emisyonlar	% 9
İnovasyon	% 3

Şekil 2.1.3.1 Hastaneler için Green Star Sertifikası Yaklaşımı İlkeleri

2.1.4. Zararsız Sağlık Hizmeti (Health Care Without Harm-HCWH)

1996'da tıbbi atıkların yakılmasının yol açtığı zehirli gazlar ve cıva kirliliğine EPA'nın dikkat çekmesi üzerine çalışmalarına başlamış, gönüllülük esaslı bir yaklaşımdır. Hastaların sağlığı, bakımı ve güvenliğinden ödün vermeksizin, sağlık hizmetlerini tüm dünyada çevreye duyarlılık ve ekolojik sürdürülebilirlik düşüncesiyle geliştirmeye çalışan, gönüllü, uluslararası bir teşkilatlanmadır (URL 2) (Şekil 2.1.4.1.).



Şekil 2.1.4.1 Zararsız Sağlık Hizmeti Yaklaşımı İlkeleri

2.1.5. Yeşil Sağlık Uygulamaları (Practice Greenhealth)

Yeşil Sağlık Uygulamaları (Practice Greenhealth), 1998'de Amerikan Hastane Birliği (American Hospital Association-AHA) ve ABD Çevre Koruma Ajansı'nın (Environmental Protection Agency-EPA) Amerika'daki sağlık tesislerinin neden olduğu kirliliği önlemek için imzalamış oldukları mutabakat zaptı (Memorandum of Understanding-MOU) ile çalışmalarına başlamıştır (URL 3). Yeşil Sağlık Uygulamaları, en yalın ifadeyle sağlıklı hastaneleri, sağlık çalışanlarının ve toplumun sağlığını olumsuz etkilemeyen/iyileşmeyi hızlandıran sürdürülebilir çevresel uygulamaları destekleyen gönüllü bir organizasyondur (Şekil 2.1.5.1).



Şekil 2.1.5.1 Yeşil Sağlık Uygulamaları İlkeleri

2.1.6. Küresel Yeşil ve Sağlıklı Hastaneler Ağı (Global Green and Healthy Hospitals Network-GGHH)

2012 yılında uluslararası bir topluluk olarak kurulmuştur. Sağlık sektöründe çevre sağlığı ve sürdürülebilirlik esaslı uygulamaları geliştirmek ve var olan uygulamaları desteklemek için belirlemiş olduğu on temel ilkeden hareketle küresel ölçekte çalışmalar yürüten gönüllülük esaslı bir sistemdir (URL 4) (Şekil2.1.6.1).



Şekil 2.1.6.1 Küresel Yeşil ve Sağlıklı Hastaneler Ağı Yaklaşımı İlkeleri

2.1.7. Sağlık Hizmetleri için Yeşil Kılavuz (Green Guide for Health Care-GGHC)

2002 de çalışmalarına başlamıştır. GGHC, belirlemiş olduğu ölçütler çerçevesinde sürdürülebilir sağlık uygulamalarını, sağlık tesislerinin planlama, tasarım, yapım, kullanım/işletme ve bakım/onarım süreçlerine uyarlayan ilk uygulamalar kılavuzu olma özelliğini taşımaktadır (URL 5) (Şekil 2.1.7.1).



Şekil 2.1.7.1 Sağlık Hizmetleri için Yeşil Klavuz Yaklaşım İlkeleri

2.1.8.Hastanelerde Sürdürülebilirlik Yol Haritası (Sustainability Roadmap for Hospitals)

Hastanelerde Sürdürülebilirlik Yol Haritası (Sustainability Roadmap for Hospitals) sağlık tesislerine "yeşil" olma konusunda yardımcı olmak için geliştirilmiş web tabanlı bir sistemdir (URL 6) (Şekil 2.1.8.1).



Şekil 2.1.8.1 Hastanelerde Sürdürülebilirlik Yol Haritası Yaklaşım İlkeleri

2.1.9. Hastaneler İçin DGNB Sertifikası (DGNB for Healthcare Certification)

DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), Alman Sürdürülebilir Yapı Sertifikası, Alman Yeşil Bina Konseyi ve Ulaşım, İnşaat ve Kentsel İlişkiler Birleşmiş Bakanlığı ortaklığında binaların planlanmasında sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirilmesi üzerine oluşturulmuştur. DGNB sertifikasını diğer sertifikalardan ayıran ve sürdürülebilir olarak adlandırılmasını sağlayan en önemli özelliği ekonomik ve sosyal ölçütleri de içermesidir (URL 7) (Şekil 2.1.9.1).

DGNB PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	PUANLAMA
Ekolojik Nitelik	% 22,5
Ekonomik Nitelik	% 22,5
Sosyokültürel Nitelik	% 22,5
Teknik Nitelik	% 22,5
Yerleşim Yeri Niteliği	% 0
Süreç Niteliği	% 10

Şekil 2.1.9.1 Hastaneler için DGNB Sertifikası Yaklaşım İlkeleri

3. Sağlık Yapılarına Yönelik Sertifika Sistemlerindeki Kriterlerin Değerlendirilmesi

Sertifika sistemleri incelendiğinde ve sürdürülebilir tasarım kriterleri ile karşılaştırıldığında sağlık yapıları için yerel faktörleri dikkate alan ve daha bütüncül bir yaklaşım ile değerlendirme yapabilen sertifika sistemine ihtiyaç olduğu görülmektedir. Sürdürülebilir sağlık yapıları tasarımına ilişkin sertifika sistemleri yeşil hastane yapımında daha bütüncül çözümlerin gerçekleştirilmesine zemin hazırlaması bakımından önemlidir. Ancak mevcut sistemler arasında çok farklı yaklaşımların mevcut olduğu ve sağlık yapılarında sürdürülebilir tasarım kriterlerinin birçoğuna değinilmediği görülmektedir. Tüm bu durumlar göz önüne alındığında yerel ölçekte oluşturulacak yeni bir değerlendirme sisteminin gerekliliği düşünülerek aşağıdaki kriterler belirlenebilir (Tablo 3.1 ve Tablo 3.2).

Tablo 3.1 Sağlık Yapılarına Yönelik Sürdürülebilir Tasarım Kriterlerin Değerlendirilmesi

Ölçüt	Yöntem	LEED for Healthcare	Breeam for Healthcare	Diğer Sistemler	Sürdürülebilir Tasarım	Önerilen Sistem
Sürdürülebilir araziler	Yerleşim yoğunluğuna uygun arazi seçilmesi	x	x		x	x
	Arazinin yönü, eğimi ve topografik düzeni dikkate alınarak tasarıma ba				x	
	Isı adası etkisinin azaltılması	x	x	x		x
	Doğal ortamın korunması	x		x		x
	Arazinin ekolojik değerinin hesaplanması		x			
	Kentsel alanların iyileştirilmesi				x	
	Yapı alanların etkin kullanılması				x	
	Yeşil alanların yapıya uygun olması ve ekosisteme zarar vermemesi		x		x	x
	Arazinin yeniden kullanımı	x	x			x
	Kirlenmiş arazi kullanımı		x			
	Yeşil alan maksimizasyonu sağlanması	x		x		x
Su Kullanımında Etkinlik	Suyu verimli kullanan tesisat ve ekipman kullanılması	x	x	x	x	x
	Peyzaj tasarımında az su ve bakım isteyen bitkilerin seçilmesi			x	x	x
	Suyu verimli kullanan, az bakım gerektiren çevre düzenlemesi	x	x	x	x	x
	Atık suların ve yağmur suları yeniden kullanılması	x	x	x	x	x
	İçme suyu kullanımı azaltılması	x	x			x
	Ana kaçak tespiti		x			
	Düzenli ölçüm ve kontrol yapılması	x	x		x	x

Tablo 3.1(devamı) Sağlık Yapılarına Yönelik Sürdürülebilir Tasarım Kriterlerin Değerlendirilmesi

Enerji ve Atmosfer	Elektrik üretiminde güneş enerjisi kullanılması	x		x	x	x
	Aydınlatmada gün ışığından yararlanılması	x		x	x	x
	Su ısıtmasında güneş toplayıcılarından yararlanılması	x		x	x	x
	Havalandırma ve soğutmada rüzgar enerjisinden yararlanılması	x		x	x	x
	Enerji etkin yapı malzemeleri seçilmesi	x	x	x	x	x
	Yüksek performanslı doğrama ve cam kullanılması	x			x	x
	Etkili yaltım sistemleri ile enerji tasarrufu sağlanması			x	x	x
	Yerinde yenilenebilir enerji	x				x
	Yeşil enerji	x				x
	Gelişmiş devreye alma	x				
	CO2 emisyonlarının azaltılması		x	x		x
	Düşük veya sıfır karbon teknolojileri		x	x		x
	Soğutucu akışkan yönetimi	x	x	x		x
	Düzenli enerji ölçümleri yapılması	x	x	x	x	x
Malzeme ve Kaynaklar	Yapı malzemeleri yakın çevreden temin edilmesi			x	x	x
	Yerel yapı malzemeleri seçilmesi			x	x	x
	Sağlık ve kirlilik sorunu oluşturmayan, standartlaşmış yapı malzemelerinin kullanılması		x	x	x	x
	Kaynak kaybı azaltılması (Kurşun, bakır vs.)	x		x		x
	Kolay uygulanabilen ve az enerji ile üretilen malzeme seçilmesi				x	
	Eski cephe ve/veya strüktürü yeniden kullanımı veya restore edilmesi	x	x		x	x
	Atık oluşumunu önlemeye yönelik malzeme yönetim planı yapmak			x		
	Geri dönüşümlü ve tekrar kullanılabilen yapı malzemeleri seçilmesi	x	x	x	x	x
	Ekonomik, estetik performansı yüksek ve kullanıcı memnuniyeti olan yapı malzemeleri seçilmesi				x	
	Civa içeren ürün ve malzemeler azaltılması	x		x		x
Ulaşım	Ulaşım akslarının doğru belirlenmesi		x		x	x
	Alternatif ulaşım yolları ve otoparklar düşünülmüştür	x	x	x	x	x
	Otopark alanları minimize edilmiştir	x	x		x	x
	Bisiklet park alanları düşünülmüş ve yaya yolları projelendirilmesi	x	x	x	x	x
	Kolay ve güvenli toplu taşıma araçlarına öncelik verilmesi	x	x	x	x	x
	Yüksek Kapasiteli düşük emisyonlu hizmet araçlarına öncelik vermek	x		x	x	x
	Bina içi ulaşım planları		x	x		x
	İyi planlanmış teslimat noktaları ve seyahat bilgi noktası		x	x		x
Doğal Aydınlatma-Havalandırma	Uygun gölgeleme elemanlarının kullanılması				x	
	Yeterli aydınlatma sağlandığında sistemin otomatik kapanması	x	x	x	x	x
	İç mekan hava kalitesi için pencere boşlukları ve açılış yönlerinin kontrol edilebilir olması sağlaması		x		x	x
	Doğal aydınlatmadan max yararlanabilecek şekilde yönlenme ve mekan organizasyonu oluşturulması	x	x	x	x	x
Bina Formu	İklimsel veriler dikkate alınarak yapının formu tasarlanması			x	x	x
	Bina dış yüzel alanı azaltılması				x	
	Doğal aydınlatmadan en iyi yararlanacak şekilde kat yüksekliği				x	
	Binaların kat adedi kullanıcıları dikkate alınarak belirlenmesi			x	x	x
	Bina formundaki girinti çıkıntılar gölgeleme amaçlı tasarlanması			x	x	x
Mekan Organizasyonu	Değişebilen hareketli paneller vb mobil elemanların kullanımı ile değiştirilebilir mekan tasarımlarına olanak verilmesi			x	x	x
	Güneş ışığından faydalanmak için doğru yönlendirilmiş geçiş mekanları tasarlanması	x	x	x	x	x
	Modüler tasarımlar ile ihtiyaçlara göre değişebilecek tasarımlara olanak verilmesi			x	x	x
	Yapı elemanlarının ve detaylarının standardizasyonu sağlanması	x		x	x	x
	Birimler arası geçişler doğru tasarlanması			x	x	x
	Gün ışığı alacak ve almayacak yerlerin organizasyonun doğru yapılması			x	x	x
Bina Kabuğu	Doğal aydınlatmadan en çok yararlanabilecek cephelerde geniş, hakim rüzgar yönünde ki cephelerde ise az pencere kullanılması				x	x
	Cephe ve çatıların yeşillendirilmesi sağlanması	x	x		x	x
	Kullanılan cam tipine ve uygun güneş kontrol elemanlarının tasarımına dikkat edilmesi				x	x
Atık Yönetimi	Atık oluşumunu önlemeye yönelik malzeme yönetim planı yapılması	x	x	x	x	x
	Atıkların depolanması	x	x	x	x	x
	Depolanan atıkların tekrar kullanılabilmesi ya da doğru imha edilmesi		x	x	x	x
	Atıkların depolanması	x	x	x	x	x

Tablo 3.2 Sağlık Yapılarına Yönelik Ekonomik ve Sosyal-Kültürel Sürdürülebilir Tasarım Kriterlerin Değerlendirilmesi

Ölçüt	Yöntem	LEED for Healthcare	Breeam for Healthcare	Diğer Sistemler	Sürdürülebilir Tasarım	Önerilen Sistem
Kaynakların Verimli K.	Geri dönüşümlü yapı malzemeleri kullanımı ile kaynak etkinliği	x	x	x	x	x
	Uzun dönem kullanılabilir yapı malzemelerinin seçilmesi	x	x	x	x	x
	Kaynak kaybını önlemeye yönelik malzeme yönetim planı oluşturmak			x	x	x
Düşük Kullanım	Üretimde enerji ve kaynak etkinliği ile maliyetin düşürülmesi			x	x	x
	Yerel yapı malzemesi seçilerek şantiyeye taşıma maliyeti düşürülmesi			x	x	x
	Tüm aşamalar için maliyet analizleri yapılarak ekonomik bir yapı inşa etmek			x	x	x
İç Mekan Yaşam Kalitesi	İç mekanlarda uygun aydınlatma koşulları oluşturması	x	x	x	x	x
	İç mekan hava kalitesi yönetim planı oluşturulması	x				
	İç mekanlarda uygun havalandırma koşulları oluşturulması	x	x	x	x	x
	İç mekanlarda uygun ve ferahlatıcı renklerin seçilmesi				x	
	Zehirli madde içeren yapı malzemelerinden kaçınılması	x	x	x	x	x
	Çevresel Tütün dumanı kontrolü sağlanması	x		x		x
	Akustik konfor sağlanmıştır	x	x	x	x	x
	Termal konfor sağlanması	x	x	x	x	x
	Teknolojik sistemlerin kontrol edilebilirliği	x				
	İç ortamda biyofilik tasarım	x		x		x
	Gün ışığı ve manzaralar	x	x	x	x	x
	İnsan psikolojisini olumlu etkileyecek iç ve dış mekan tasarlanması		x	x	x	x
Yenilik ve Yönetim	Entegre proje planlama, tasarım ve uygulama	x	x	x	x	x
	Şantiye yönetimi planlaması		x	x		x
	Yapım ve işletim sırasında az enerji kullanan yapılar tasarlanması	x		x	x	x
	Güvenlik		x			
	Bina kullanım klavuzu oluşturmak		x	x		x
	Günlük kurumsal faliyetleri iyileştirmek		x			
	Tasarımda yenilik	x	x			x
	Sürdürülebilirlik üzerine profesyonelleşmiş kişilerle çalışmak	x		x	x	x

Yukarıda belirlenen kriterler dikkate alındığında özellikle Türkiye koşullarında çevresel etki önem derecesi yüksek olan enerji etkinliği, su etkinliği ve atıkların azaltılmasına yönelik kriterlerin (Oztas, 2015) mutlaka ele alınması gerekmektedir. Enerjinin etkin kullanımıyla fosil yakıt tüketiminin azaltılması ve küresel ısınmanın etkilerinin azaltılması sağlanabilecektir. Bu kriterlerin yanı sıra sağlık yapılarında önem kazanan iç hava kalitesinin artırılması ile ilgili konulara ayrıntılı olarak yer verilmelidir. Çevresel sürdürülebilirlik kriterlerinin yanı sıra ekonomik, sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik kriterlerine de yer verilmelidir.

4.Sonuç ve Öneriler

Hastanelerin kullanıcılar üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri olduğu gibi çevre üzerinde de etkileri söz konusudur. Örneğin; bir hastane binasının üretiminde yapım çalışmalarının fauna ve flora üzerindeki etkileri; binanın yapım sistemi ya da donanımında kullanılacak yapı ürünlerinin üretiminde açığa çıkan tehlikeli/tehlikesiz atıklar; nakliye sırasında yakıt kullanımıyla atmosfere salınan zararlı gazlar; kullanım/işletme sürecindeki enerji ihtiyacı, atık üretimi vb. unsurlar çevre üzerinde farklı olumsuz etkiler yaratır. Bu nedenle üretilecek sağlık

yapıları, tasarım, yapım, kullanım, yıkım olmak üzere tüm yaşam süreçlerinde çevreye duyarlılık ilkesini esas alarak üretilmiş olmalıdır.

Yeşil hastaneler ve yeşil hastane tasarımına yönelik var olan sertifika sistemlerinde yeşil anlayış ve sürdürülebilirlik, hastanenin esas amacı olan sağlıklı ortamlar sunma düşüncesinden çok enerji verimliliği, kaynakların etkin ve verimli kullanımı, atık yönetimi vb. konular üzerine olup sınırlı ölçüde tasarım, büyük ölçüde kullanım/işletme süreçlerine yönelik uygulamaları içermektedir. Bunun yanı sıra incelenen sertifikalar oluşturuldukları ülkenin koşullarına göre hazırlandığı için, Türkiye'de uygulanması birçok zorluğu beraberinde getirmektedir. Türkiye'de farklı standartların uygulanması, malzeme ve teknoloji seçimi, kalifiye eleman bulma bu zorluklardan bazılarıdır. 2012 yılında ülkemizde hastanelere LEED sertifikası alma zorunluluğu getirilmiştir. Ancak belirtilen zorluklar sebebiyle hiç puan alınamayan kriterler ortaya çıkmıştır.

Bu zorlukların yenilmesi ancak ulusal bir yeşil bina standardının hayata geçmesiyle mümkün olabilmektedir. Hastaneler için özelleştirilmiş sertifika sistemleri dikkate alınarak, incelenen kaynaklar sonucu oluşturulan sürdürülebilir mimarlık tasarım kriterlerinden hastane yapıları için uygun olanlar ile ulusal bir yeşil hastane sertifika sistemi oluşturulabilir. Bu bağlamda, Türkiye için geliştirilecek hastane sertifikasyon sisteminde seçilecek kriterlerin Türkiye koşulları göz önünde bulundurularak ağırlıklandırma katsayıları da belirlenmelidir.

REFERANSLAR

Albrecht, S., Petrin, B. (2010). Establishing a Sustainable Vision for Healthcare. Worcester Polytechnic Institute. Lisans Tezi. ABD.

Aydın D., (2009). Hastane Mimarisi, İlkeler ve Ölçütler, Mimarlar Odası Konya Şubesi Yayınları, Konya.

Burger B, Newman P. (2013). "Hospitals and Sustainability. Australia: Curtin University of Tecnology; Consruction Innovation Building Our Future.

Cansaran, D., (2011). "Bir Çevre Sorunu Olarak Tıbbi Atıkların Toplanması ve Yok Edilmesi Sürecine İlişkin Bilgi, Tutum ve Davranışların Kırıkkale Devlet Hastanesi Örnekleminde Değerlendirilmesi", Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 6(1): 183-204.

Darko A. and Chan A.P.C. (2016) Critical Analysis of Green Building Research Trend in Construction Journals. Habitat International 57: 53-63.

Dixon, W., (2010), "The Impacts of Construction and the Built Environment".

Esin, T., Yüksel, İ., (2009). "Çevre Dostu Ekolojik Yapılar"

Kılıç, C., Güdük, Ö., (2018) Yeşil Hastane Kavramı ve Türkiye'deki Son Kullanıcıların Beklentileri Üzerine Bir Hastane Örneği, Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi

Kremers, J., (1995), Defining Sustainable Architecture.

Özdemir M., (2017), Yeşil Hastane Tasarım Ölçütlerinin İrdelenmesi ve Tasarıma İlişkin Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Oztas Karaman S.,Türk Yapı Malzemesi Sektörü İçin Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesine Yönelik Bir Model Önerisi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilimleri Programı, 2015.

Palteki A. S., (2013), İstanbul'daki Kamu Hastanelerinin Yeşil Hastane Ölçütlerine Uygunluklarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Sungur Ergenoğlu, A., (2006). Sağlık Kurumlarının İyileştiren Hastane Anlayışı ve Akreditasyon Bağlamında Tasarımı ve Değerlendirilmesi, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Tönük, S., (2001). Bina Tasarımında Ekoloji, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul

Túnica, J., Planas, C., ve Clemente, R., (2012). "Measuring Sustainability in Healthcare Facilities", IFHE Digest-Health Estate Journal

Yavaşbatmaz, S., (2012), Yüksek Yapıların Sürdürülebilir Tasarım Ölçütleri Kapsamında Değerlendirilmesi Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara

Wu, P., Mao, C., Wang, J., Song, Y. ve Wang, X. A decade review of the credits obtained by leed v2.2 certified green building projects. Building and Environment. 2016; 102: 167-178.

(URL 1) http://new.gbca.org.au/green-star/, Ekim, 2019

(URL 2) https://noharm-global.org/content/global/about, Ekim, 2019

(URL 3) https://practicegreenhealth.org/, Ekim, 2019

(URL 4) https://noharm-global.org/issues/global/global-green-and-healthy-hospitals, Ekim, 2019

(URL 5) http://www.gghc.org/, Ekim, 2019

(URL 6) http://www.sustainabilityroadmap.org/, Ekim, 2019

(URL 7) http://www.dgnb.de/en/, Ekim, 2019

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

KONYA KENT BELLEĞİNDEKİ YAPILAR ÜZERİNDEN EVRENSEL TASARIM KRİTERLERİNİN İNCELENMESİ

Gevher Sayar[1] & Yavuz Arat[2]

1 (Y. Mim.); Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Konya-Türkiye, gevher.sayar@gmail.com
2 (Doc. Dr); Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Konya-Türkiye, yavuzarat@gmail.com

Öz: Mekân var olduğu zamandan beri toplumlar için önemli bir yere sahip olmuştur. Özellikle modernizmden sonra kentlerde, sanat dallarında, kitle iletişim araçlarında, reklamlarda, kitaplarda, filmlerde kısacası hayatın her yerinde olduğu gibi mekân gibi mimari elemanlarda da simgesel ya da imgesel değişimler yaşanmıştır. Son yüzyılda mekanlarda bulunan ya da mekânın sahip olduğu imgeler mekânın kendisine dönüşmüş ve o mekanlara kimi zaman bir şehrin simgesi kimi zaman ise global bir simge olma anlamı yüklenmiştir.
Nitekim imgesel modernizm ile dönüşmüş kentlerin toplumsal kullanıma yönelik kamusal alanlarında var olan simge ya da kamusal alan olarak nitelendirilen kentin ortak yapısı olmuş yapılar en çok görülme/ziyaret edilme ve bilinme/tanınma özelliği taşımaktadır. Bu kapsamda kentlerin ve toplumların belleklerinde yer bulmuş, kentin simgesi haline gelmiş yapıların amacı aslında en genel manada kültürel bir etkileşim sağlamaktır. Buradan hareketle aslında kamusal yapıların topluma mal olmasını ya da toplumun tüm bireylerine hitap etmesini sağlamak için bu tür simgesel yapıların bazı tasarım kriterleri dikkate alınarak tasarlanması gerekmektedir. Çünkü, yapıların kamusal alanlarda ortak erişime açılması, evrensel tasarım kriterleri taşımasıyla mümkündür ve evrensel tasarım kriterleri kapsamında tüm bireylerin kamusal alanları sağlıklı bireylerle eşit şekilde kullanma hakkı vardır. Simge yapılar ise bu kamusal alanların başında gelmektedir; çünkü simge yapılar toplumun tüm bireylerini kapsayıcı olması açısından bir farkındalık oluşturma misyonu da üstlenmelilerdir. Bütün bu bilgiler ışığında Konya'da simgesel özellik gösteren beş yapı üzerinden evrensel tasarım kriterlerinin değerlendirmesi yapılarak, kamuya mal olmuş yapıların toplumsal kitlenin ihtiyaçlarına ne derecede hizmet ettiği, evrensel tasarım niteliklerini taşıyıp taşımadıkları araştırılmış, sonuçlar ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.
Anahtar Kelimeler: Simge yapı, Evrensel tasarım kriterleri, Konya kent belleği.

GİRİŞ

Kamusal alan kavramı birçok birey ve toplum tarafından yanlış anlaşılmakta ve algılanmaktadır. Ülkemizde 1990'larda başlayan kamusal alan farkındalığıyla birlikte kamusal alanların bireylerin ortak erişebildikleri herkese açık alanlar olduğu ortaya konulmuştur. Kamusal alanlar kimi zaman bir meydan kimi zaman bir tarihi yapı kimi zaman bir sosyal alan şeklinde biçimlenmektedir. Simge yapılar ise kamusal alanların imgeleridir. Kamusal alanlar bu simge yapılarla zihinde kalmaktadır. Kamusal alanlar yani bir kamusal alan ögesi olan simge yapılar herkes

tarafından kullanıldığında nitelikli olmaktadırlar. Kamusal alanlar tasarlanırken herkes için tasarım yapılmalıdır. Böylelikle tüm bireyler eşit koşullarda kamusal alanları kullanabilme imkânı bulmaktadır. Bu kapsamda kamusal alanlar tasarlanırken evrensel tasarım kriterlerine uygun tasarımlar yapılmalıdır; ancak evrensel tasarım, herkes için tasarım gibi kavramlara 1980'lerden beri değinilmektedir (Erdönmez ve Akı, 2012; Habermas; 2004; Karadağ, 2003; Kayhan, 2015; Şahin, 2010).

Yapılan literatür çalışmaların çoğunda evrensel tasarım ilkeleri bu kavram oluştuktan sonra tasarlanan yapılar için sorgulanmıştır. Tarihi yapılar veya bu kavramlardan önce yapılmış yapılı çevreler de bu tasarım kriterleri doğrultusunda yeniden ele alınmalı ve tarihi yapıların dokusuna zarar vermeden herkes için tasarım anlayışıyla yorumlanmalıdır. Çünkü kamusal alanlar ancak kullanıcılar bu mekanları kullandıkları zaman nitelikli hale gelir anlayışına göre bu mekanlar engelli ve engelsiz ayrımı olmadan herkes tarafından kullanılabilmelidir (Erdönmez ve Akı, 2012; Habermas; 2004; Karadağ, 2003; Şahin, 2010).

Kamusal alanların içerisindeki simge yapıların bir kısmının tarihi bir kısmının da yeni yapılar olması sebebiyle çalışma kapsamında Konya kenti için küme örnekleme tekniği kullanılarak 5 adet kamusal simge yapı internet arama motoru kullanılarak seçilmiştir. Bu yapıların 3 tanesi tarihi, 2 tanesi yeni yapıdır. Çalışma sonucunda kentte bulunan simge yapıların evrensel tasarım kriterleri üzerinden sorgulaması yapılarak mevcut eksikler tespit edilmiştir.

Kamusal Alan

Habermas 1962 yılında basılan "Kamusal Alanın Yapısal Dönüşümü: Burjuva Toplumunun Bir Kategorisi Üzerine Araştırmalar" isimli kitabında ilk olarak kamusal alandan bahseden kişidir. Bunun yanında kamusal alanla ilgili birçok teorisyen birbirinden farklı tanımlamalar yapmışlardır. Örnek olarak Bruno Zevi'ye göre kamusal alan insanın boşluğu sınırlandırdığı her yer olarak tanımlarken, Rappa kamusal alanı beş farklı biçimde açıklamaktadır. Bunlar; insanların iletişim alanları, fiziksel olmayan metaforik alan, bilgi alışverişi sağlanan alan, tartışma alanı ve politik alanlardır. Kostof ise kamusal alanı bireyler arasındaki bağı kuvvetlendiren bir platform olarak aktarmaktadır. Madanipour ise tüm bireyler tarafından erişilebilir mekanlar olarak bahsetmiştir. Shonfield ise daha geniş bir açıdan bakarak ev ve iş dışındaki tüm alanları kamusal alan sınırları içerisine dahil etmiştir. Kısacası kamusal alanlar genel olarak kent içerisinde tasarlanan boşluklar ve açık kent mekanları olarak tanımlanmaktadır (Erdönmez ve Akı, 2012; Habermas; 2004; Karadağ, 2003; Şahin, 2010).

Ülkemizde ise kamu kavramı toplumdan çok devleti çağrıştırmaktadır. Bu sebeple kamusal alan farkındalığına 1990'lara kadar değinilmemiştir. 1990'lardan sonra özellikle akademik çevrede kamusal alanın önemi ve

nitelikli kamusal alanın kente olan etkileri üzerinde durulmuştur. 21. yüzyılda ise kamusal alanların kentin niteliğini etkilediği düşüncesi ön plana çıkmıştır. Kentin niteliği o kentin nüfusuyla değil kentlinin kentteki kamusal mekanları kullanmasıyla ve bireylerin birbiriyle iletişime geçebilmesiyle paralel olarak artmaktadır. Kamusal alanlar o kenti deneyimlemek, o kentle birlikte sosyalleşmek isteyen bireylerin bu mekanları kullanabilme kaliteleriyle doğru orantılı bir biçimde nitelik kazanmaktadır. Aynı zamanda nitelikli kamusal alanlar nitelikli, sağlıklı ve mutlu bireylerin yetişmesinde de önemli rol oynamaktadır (Comolina, 2011; Erdönmez ve Akı, 2012; Özbek, 2004; Yıldırım, 2014).

Kısacası kamusal alanlar kentin içerisinde erişilebilen ve toplumun gelişmesinde önemli rol oynayan toplumun genelini ilgilendiren mekânlar olarak tanımlanırken; tüm bireylerin birlikte etkileşime girerek kenti deneyimledikleri ortak alanlar olarak da tanımlanmaktadır. (Karadağ, 2003; Erdönmez ve Akı, 2012; Özgül,2012).

Kamusal Alanlardaki Simge Yapılar

Kamusal alanlar kent içerisinde tasarlanan boşluklar ve bu boşluklar aracılığı ile ulaşılan sosyal yapılar ve açık kent mekanları olarak tanımlanırken; simge yapılar kamusal alanlardaki kamusal sosyal alanlar bölümüne girmektedir (Erdönmez ve Akı, 2012; Şahin, 2010).

Simge yapılar kentlerin "landmark"ları, ikonları, imgeleridir. Her ne kadar mimaride imgelemenin yani simge yapıların tarihi Antik Yunandaki Akropolise, Mısırdaki Piramidlere, Antik Romadaki Kolezyuma, Orta çağdaki katedrallere dayansa da sanayi devrimi ve sanayi devrimi sonucu ortaya çıkan modernizim ile birlikte ivme kazanan göstergebilim ve göstergebilimle beraber oluşan imgeler simge yapıların öneminin artmasına sebep olmuşlardır. Simge yapılar tarihte de günümüzde de kentin simgesi olan buluşma, sosyalleşme, vakit geçirme ve kentle etkileşime girme mekanlarıdır. Kentler bu yapılarla anılmakta hatta kimi zaman simge yapılar kent isminin önüne geçmektedir. Aynı zamanda kentlerin silüetlerinde de en dikkat çekici alanı simge yapılar oluşturmaktadırlar. Simge yapılar bu sebeple kentlerin görsel belleğinde önemli bir yer edinmiş ve kentin görünürlüğünede önemli katkı sağlamışlardır (Arat ve Sayar, 2017; Ateşoğlu, 2008; Erdönmez ve Akı, 2012; Avcı, 2015; Kayhan, 2015).

Günümüzde ise simge yapılar kentin kültürel ve tarihi yapılarını oluşturmaktadır. Varoluş amaçları kenti, tarihi, sanatı ve kültürü aktarmak ve yaşatmaktır. Kimi zaman bu görevi tarihi bir yapı üstlenirken kimi zaman çağdaş bir mimarlık anlayışının eseri bir yapı bu görevi üstlenmiştir (Lynch ve Başaran, 2010; Arat ve Sayar,2017).

Evrensel Tasarım Kriterleri Ve Herkes İçin Tasarım

Kamusal alanın niteliği erişilebilirliği ile doğru orantılıdır. Aristotalese göre "*Bir şehir farklı tür insanlardan oluşur, benzer insanlar bir şehir*

meydana getiremez". Bu bağlamda bir mekânın niteliği o mekânı kullanan kişilerin niteliği, niceliği ve farklılığıyla bağlantılıdır. Aynı zamanda kamusal alan tanımlarında da aktarıldığı gibi kentin kalitesi o kentin kamusal alanlarının kullanılmasıyla artar, erişilemeyen kamusal alanlar da kullanılamaz. Sonuç olarak erişilemeyen kamusal alanları olan kentler nitelikli kentler olamamaktadır. Kısacası kamusal alanların kentli bireylerin her biri için erişilebilir olması gerekmektedir (Erdönmez ve Akı, 2012).

Erişilebilirlik kapsamında değerlendirilen herkes için tasarım kavramı ise bireyleri engelli veya engelsiz olarak nitelendirmeden herhangi bir mekânın herkes için eşit şekilde ulaşılabilmesini amaçlamaktadır (Ergenoğlu, 2013, Arat ve Sayar, 2017).

Herkes için tasarım kapsamında evrensel tasarım ilkelerinden söz etmek gerekmektedir. İlk olarak 1980'li yıllarda Mimar Ronald L. Mace Evrensel Tasarım kavramına değinmiştir. Evrensel tasarım özetle insan merkezli tasarım demektir. Evrensel tasarım her bireyin engelli veya engelsiz ayrımı yapılmadan eşit şartlarda yaşamlarını devam ettirebilmelerini hedeflemektedir (Dostoğlu vd., 2009; Ergenoğlu, 2013, Arat ve Sayar, 2017).

Bütün bu araştırmalar ışığında yedi adet evrensel tasarım ilkesinden bahsedilmektedir. Bunlari eşitlikçi kullanım, kullanımda esneklik, basit ve sezgisel kullanım, algılanabilir bilgi, hata için tolerans, düşük fiziksel güç gereksinimi ve yaklaşım ve kullanım için uygun boyut ve mekândır (Dostoğlu vd., 2009; Ergenoğlu, 2013, Arat ve Sayar, 2017).

Eşitlikçi kullanım; her bireye eşit imkân sunan kullanım şeklidir. Bireyin becerisine göre kullanım şekli değişmemelidir. Rampa ve merdivenin eşit koşullarda tasarlanması eşitlikçi kullanıma örnektir.

Kullanımda esneklik; alternatif kullanım seçeneği sunmaktır. Sol elini kullanan bireylerinde kolaylıkla kullanabileceği makas kullanımda esneklik örneği olarak söylenmektedir.

Basit ve sezgisel kullanım; karmaşadan uzak kullanım şeklidir. Kullanıcıdan dil ve algı yeteneği olmasını beklemeyen tasarım şeklidir. Dokunmatik telefonlar basit sezgisel kullanım örneği olarak bahsedilebilinmektedir.

Algılanabilir bilgi; beceriden bağımsız algılanabilir bilgi aktarmayı hedefleyen tasarım şeklidir. Braille alfabesi kullanılan levhalar algılanabilir bilgi örneğidir.

Hata için tolerans; kaza ve hatalar için alınan önlemlerdir. Merdiven korkulukları hata için tolerans örneğidir.

Düşük fiziksel güç gereksinimi; kullanıcının kolay ve eforsuz ürün veya mekânı kullanmasıdır. Tekerlekli sandalyeliler için ayarlanabilir masa yükseklikleri düşük fiziksel güç gereksinimi örneğidir.

Yaklaşım ve kullanım için uygun boyut ve mekân; engelsiz ergonomi düşünülerek tasarlanan mekân ve nesnelerdir. Tekerlekli sandalyelilerin kullanabildiği bankolar yaklaşım ve kullanım için boyut ve mekân örneğidir.

ALAN ÇALIŞMASI

Alan çalışmasında örneklem alan olarak Konya kentindeki beş adet simge yapının seçilmesine karar verilmiştir. Örnekler küme örnekleme tekniğiyle seçilmiştir. Konya'da bulunun simge yapılar internet arama motoruna Konya yazılarak tespit edilmiştir. Arama motorunun kullanılma nedeni ise dünyada, gelişmiş ülkelerde ve ülkemizde internetin yaygın bir biçimde kullanılması ve araştırmaların büyük ölçüde ilk olarak arama motorlarından yapılmasıdır. Dolayısıyla kentler de araştırılırken internet arama motoru yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Arama motoru kentin simgesi olan, kentin ismiyle birlikte en çok anılan kent için kültürel ve sosyal öneme sahip yapıları arama ve araştırılma sırasına göre internet ortamında sıralamaktadır.

Figür.1 Örnek simge yapıların kentteki konumu



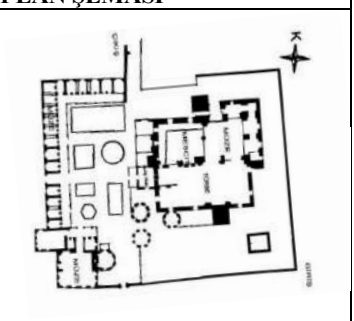
(URL1)

Konya kenti için 2019 yılının eylül ayında internet arama motorlarında yapılan aramalarda; kentte gezilmesi gereken mekânların başında çıkan Mevlâna Müzesi, Karatay Medresesi Müzesi, İnce Minare Müzesi, Kelebekler Vadisi ve Konya Bilim Merkezi örneklem alanlar olarak seçilmiştir. Tablo.1'de bu yapıların kentteki konumları belirtilmiştir. Küme örnekleme tekniği kullanılarak simge yapılar Evrensel Tasarım

Kriterlerinden önceki tarihi yapılar ve Evrensel Tasarım Kriterlerinden sonraki yeni yapılar olmak üzere iki üst başlıkta toplanmıştır. Mevlâna Müzesi, Karatay Medresesi Müzesi, İnce Minare Müzesi tarihi yapılar; Kelebekler Vadisi ve Konya Bilim Merkezi ise yeni yapılar başlığı altında değerlendirilmiştir. Tarihi yapılar değerlendirilirken bugünkü durumları üzerinden tespitler yapılmıştır.

Çalışma kapsamında ilk olarak Konya'nın en önemli simge yapısı olan Mevlâna Müzesi incelenmiştir. Özellikle Konya kenti için kentin dünyaca tanınmasını sağlayan Mevlâna Müzesi şehrin imgesel silüetinde de bulunmaktadır ve kentin en önemli simge yapısı durumundadır. Yapının 2 adet erişim noktası bulunmaktadır. Birincisi Müze Caddesi üzerinde bulunan geniş meydandan sağlanmaktadır, yapının çıkış kapısı da bu meydana açılmaktadır. Diğeri ise Aslanlı Kışla Caddesi üzerindendir. Mevlâna Müzesi'nin ana giriş kapısı Aslanlı Kışla Caddesi üzerindeki güney cephesinden sağlanmaktadır (Tablo.1).

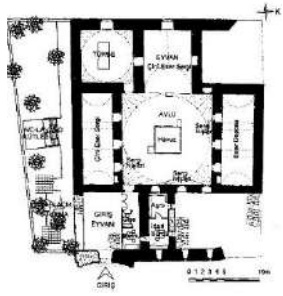
Tablo.1. Mevlana Müzesi

KONUMU	PLAN ŞEMASI
	
Mevlâna Müzesi Konum (URL1)	Mevlana Müzesi plan (Yaldız 2003)

İkinci olarak önemli bir simge yapı olan Karatay Medresesi Müzesi incelenmiş, önemli bir tarihi yapı olması açısından çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Yapı Konya kent merkezi Alaaddin tepesi civarında, Konya'nın önemli ulaşım aksının yanında/yakınında, Mevlâna-Alaaddin aksının komşuluğunda yer almaktadır. Yola paralel giriş cephesine kaldırımdan ulaşılan ana giriş kapısından erişim sağlanmaktadır (Tablo.2).

Tablo.2. Karatay Medresesi Müzesi

KONUMU	PLAN ŞEMASI

	
Karatay Medresesi Müzesi Konum (URL1)	Karatay Medresesi Plan (Yaldız 2003)

Üçüncü olarak İnce Minare Medresesi Müzesine incelenmiştir. Yapı hem yaya hem de taşıt trafik akışının yoğun bir şekilde kullanıldığı Alaaddin Bulvarı aksı üzerinde bulunmaktadır. Önündeki geniş yaya aksından yapıya erişim sağlanmaktadır. Yapının geniş yaya kaldırımının önünde ise araçların park edebilecekleri yola paralel park alanları mevcuttur; bu sayede hem araçla hem de yaya olarak ulaşımı daha kolay sağlanmaktadır. (Tablo.3).

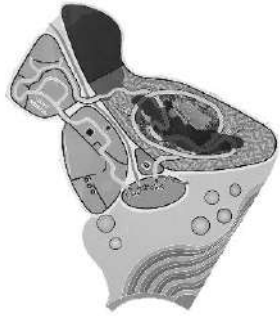
Tablo.3. İnce Minare Medresesi Müzesi

KONUMU	**PLAN ŞEMASI**
	
İnce Minare Medresesi Müzesi (URL1)	İnce Minare Plan (Yaldız 2003)

Dördüncü olarak 2015 yılında açılmış, tarihi olmamasına karşın Konya belleğinde yer edinmiş olan Kelebekler Vadisi incelenmiştir. Yapıya şehir dışından her yıl binlerce kişi gelmektedir. Yapıya erişim İsmail Kaya Caddesi Üzerinde bulunan geniş meydandan sağlanmaktadır (Tablo.4).

Tablo.4. Kelebekler Vadisi

KONUMU	**PLAN ŞEMASI**

	
Kelebekler Vadisi (URL1)	Kelebekler Vadisi Plan (Selçuklu Belediyesi)

Beşinci olarak yine Konya'da yeni yapılmış Leed Sertifikasına sahip simge yapı olarak Bilim Merkezi binası incelenmiştir. Yapı Konya-Ankara çevre yolunun Konya girişinde, Konya Havaalanının tam karşısında bulunması sebebiyle Konya'ya şehir dışından gelen bireyler için ilk izlenim oluşturan yapılardan olma özelliğine sahiptir (Tablo.5).

Tablo.5. Bilim Merkezi

KONUMU	**PLAN ŞEMASI**
	
Bilim Merkezi (URL1)	Bilim Merkezi Plan (Arat ve Sayar 2017)

Simge yapılar konumlarına göre incelendiklerinde tarihi yapılar şehrin merkezinde konumlanmış ve toplu taşıma erişimi imkanlarından daha fazla faydalanırken; şehrin büyümesiyle birlikte yeni yapılar şehrin çeperlerine konumlanmış ve toplu taşıma erişimi açısından zayıf kalmıştır.

Evrensel tasarım kriterleri açısından incelendiklerinde ise aşağıdaki gibi sonuçlara ulaşılmıştır.

Eşitlikçi Kullanım ve Kullanımda Esneklik İlkesi Açısından Değerlendirme

Mevlâna Müzesinde, doğu cephesinde bulunan giriş kapısının yakınlarında engelli otoparkının bulunmaması, tramvay hariç toplu taşıma açısından ön meydan kadar yeterli olmaması yapıya engelli erişimi açısından olumsuzluklara yol açmaktadır. Engelli bireyler eşitlikçi kullanım ilkesince olması gereken eşit koşullardan

faydalanamamaktadırlar. Yapıya erişimde kaynaklanan bu sıkıntı yapının tarihi bir yapı olmasından veya yapının tasarımından değil yapıya yaklaşım kararlarının yanlış alınmasından kaynaklanmaktadır. Mevlâna Müzesine erişimde tramvay durağından yapının dış giriş bankolarına kadar hissedilebilir yüzey bulunması esnek kullanım açısından olumlu olsa da yapının bahçesinde ve içerisinde hissedilebilir yüzey bulunmamaktadır (Figür.2).

Figür.2 Eşitlikçi Kullanım ve Kullanımda Esneklik İlkesi Mevlâna Müzesi



Yazar Arşivinden

Karatay Medresesi Müzesi incelendiğinde; yapının yoğun bir araç aksı üzerinde olması engelli otopark ve engelli iniş çıkışları açısından olumsuz olarak değerlendirilmiştir. Yolun kenarında bulunan bölücü elemanlar ve merdiven yüksekliği de erişilebilirliği kısmen engellemektedir. Mevlâna Müzesinde olduğu gibi bu erişim engelleri de yapının tarihi bir yapı olmasından değil etrafındaki yanlış tasarım kararlarından kaynaklanmaktadır. Mevlâna Müzesinde de olduğu gibi Karatay Medresesi Müzesinde de hissedilebilir yüzey yapıya kadar gelmektedir; ancak yapının bahçesinde ve iç mekânında hissedilebilir yüzey bulunmamaktadır (Figür.3).

Figür.3 Eşitlikçi Kullanım ve Kullanımda Esneklik İlkesi Karatay Medresesi Müzesi



Yazar Arşivinden

Yapının girişi zemin kotundan yukarıda bulunmaktadır. Yapıya tekerlekli sandalyeliler ve yürüme zorluğu çeken bireyler için konulan rampanın eğimi ve malzemesi eşitlikçi kullanım ve kullanımda esneklik

ilkeleri açısından oldukça eksik olduğu gözlenmiştir. Bu eksiklik yapının tasarımı ile ilgilidir; ancak tarihi yapıya zarar vermeden yapılabilecek portatif rampa çözümleriyle eşitlikçi kullanım sağlanabilmektedir. İnce Minare Medresesi Müzesine de ulaşabilmek için dış mekânda herhangi bir hissedilebilir yüzey kullanılmamıştır (Figür.4).

Figür.4 Eşitlikçi Kullanım ve Kullanımda Esneklik İlkesi İnce Minare Müzesi



Yazar Arşivinden

Kelebekler Vadisi incelendiğinde geniş bir arazide yapılmasına rağmen engelli otoparkı ve engellilerin yapıya ulaşımı düşünülmediği görülmektedir. Hareket engelli bireyler için tasarlanan yeterli eğime sahip olan rampa erişilebilirlik açısından olumlu değerlendirilmiştir; ancak hissedilebilir yüzeyin hem yapıya ulaşımda hem de yapının içerisinde olmaması yapının olumsuz değerlendirilmesine sebep olmuştur. Yapının açık alanında rampa olma sebebi ise yönetmelik gereği rampa zorunluluğu olmasından kaynaklanmaktadır (Figür.5).

Figür.5 Eşitlikçi Kullanım ve Kullanımda Esneklik İlkesi Kelebekler Vadisi



Yazar Arşivinden

Bilim Merkezi binasının yeterli sayıda engelli otoparkı mevcuttur. Yapı zemin kotundan yukarıda bulunmasına rağmen hareket engelli bireyler için yeterli eğimde rampası bulunmaktadır; ancak bu yapıda da hem ulaşımında hem de yapının içerisinde hissedilebilir yüzey bulunmamaktadır. Bilim merkezinde tasarlanan rampa da yönetmelik gereği zorunlu tutulan rampadır. (Figür.6).

Figür.6 Eşitlikçi Kullanım ve Kullanımda Esneklik İlkesi Bilim Merkezi



Arat ve Sayar,2017

Basit Sezgisel Kullanım ve Algılanabilir Bilgi İlkesi Açısından Değerlendirme

Basit Sezgisel Kullanım ve Algılanabilir bilgi yapılardaki bilgilendirme, yönlendirme levhalarının basitlik, anlaşılabilirlik ve algılanabilirlik yönlerinden incelenmiştir.

Mevlâna Müzesinde bulunan levhalar arkasıyla kontrast oluşturan algılanabilir renklerden seçilmiştir, ancak türbe içerisindeki bilgilendirme levhalarının (örneğin kulaklık rakamları) algılanması güç yerlerdedir. Ayrıca tüm müzenin gezilebileceği kulaklıklı seslendirme cihazları vardır fakat bu cihazlar engellilere yönelik değildir. Görme engelliler için betimlemeler bulunmamaktadır ve cihazları kullanabilmek için türbe içerisinde önüne gelinen sergi elemanının numarasını girme zorunluluğu vardır. Ayrıca hiçbir yerde Braille alfabesine yer verilmemiştir. Bu sebeplerle özellikle görme problemi yaşayan engelli bireyler için yeterli nitelikte bulunmamıştır (Figür.7). Var olan eksiklikler yapının tasarımı ile ilgili değil alınan işletme kararları ile ilgilidir.

Figür.7 Basit Sezgisel Kullanım ve Algılanabilir Bilgi İlkesi Mevlâna Müzesi



Yazar Arşivinden

Karatay Medresesi içerisindeki yönlendirme ve bilgilendirme levhaları arka fon ile kontrast oluştursa da yazı boyutlarının küçüklüğü ve levhaların bulunduğu konumlar nedeniyle algılanabilirlik konusunda yetersiz

bulunmuştur. Ayrıca mekânı gezerken sesli bildirim cihazlarına ve Braille alfabesine de yer verilmemiştir (Figür.8). Var olan eksiklikler Mevlana Müzesinde olduğu gibi yapının tasarımı ile ilgili değil alınan işletme kararları ile ilgilidir.

Figür.8 Basit Sezgisel Kullanım ve Algılanabilir Bilgi İlkesi Karatay Medresesi Müzesi



Yazar Arşivinden

İnce minare medresesi Müzesinde Karatay Medresesinde olduğu gibi yönlendirme ve bilgilendirme levhaları arka fon ile kontrast oluştursa da yazı boyutlarının küçüklüğü ve levhaların bulunduğu konumlar algılanabilirlik açısından yetersidir. Bu müzede de sesli bildirim cihazlarına ve Braille alfabesine yer verilmemiştir (Figür.9). Var olan eksiklikler Mevlâna Müzesinde ve Karatay Medresesi Müzesinde de olduğu gibi yapının tasarımı ile ilgili değil alınan işletme kararları ile ilgilidir.

Figür.9 Basit Sezgisel Kullanım ve Algılanabilir Bilgi İlkesi İnce Minare Müzesi



Yazar Arşivinden

Kelebekler Vadisi incelendiğinde yönlendirme ve bilgilendirme levhalarının görsellerle iç içe geçtiği yerler olduğu ve bu durumun bilgilerin algılanmasını güçleştirdiği tespit edilmiştir. Mekânı gezerken herhangi betimleyici bir cihaz bulunmamaktadır. Ayrıca bu mekânda da sesli bildirim cihazlarına ve Braille alfabesine yer verilmemiştir (Figür.10). Var olan eksiklikler Mevlâna Müzesinde, Karatay Medresesi Müzesinde, İnce Minare Müzesinde de olduğu gibi yapının tasarımı ile ilgili değil alınan işletme kararları ile ilgilidir.

Figür.10 Basit Sezgisel Kullanım ve Algılanabilir Bilgi İlkesi Kelebekler Vadisi



Yazar Arşivinden

Bilim Merkezinde algılanabilirlik açısından en büyük problem bilgilerin kolay algılanamamasıdır. Bilgilerin bulunduğu yönlendirme ve bilgilendirme levhaları arka fon ile kontrast oluşturmamaktadır ve zor algılanabilir renklerin seçildiği ışıklandırma ve yazılar kullanılmıştır. Bilim merkezinde de sesli bildirim cihazlarına ve Braille alfabesine yer verilmemiştir (Figür.11). Var olan eksiklikler diğer yapılarda olduğu gibi yapının tasarımı ile ilgili değil alınan işletme kararları ile ilgilidir.

Figür.11 Basit Sezgisel Kullanım ve Algılanabilir Bilgi İlkesi Bilim Merkezi



Yazar Arşivinden

Hata İçin Tolerans İlkesi Açısından Değerlendirme

Yapılar hata için tolerans açısından değerlendirilmiştir.

Mevlâna Müzesinde giriş detaylarında engelli bireylerin düşmesine sebep olabilecek engeller bulunmaktadır. Bu engeller yapıya sonradan eklemlenen eklerden kaynaklanmaktadır. Giriş ve çıkışların birbirinden çok uzak olması ve ön meydan kapısından girişin bulunmaması engelli bireyler için sorun teşkil etmektedir (Figür.12).

Figür.12 Hata için tolerans Mevlâna Müzesi



Yazar Arşivinden

Karatay Medresesi Müzesinde restorasyon çalışmasındadır ve müzenin açık olduğu alanlardaki alınan önlemler yeterli bulunmamıştır (Figür.13).

Figür.13 Hata İçin Tolerans Karatay Medresesi Müzesi



Yazar Arşivinden

İnce Minare Müzesinde sergi elemanlarının birbirine yakınlığı ve bu yakınlığın oluşturabileceği kazalar için önlem alınmamıştır (Figür.14).

Figür.14 Hata İçin Tolerans İnce Minare Müzesi



Yazar Arşivinden

Kelebekler Vadisinde özellikle merdiven çevrelerinde zihinsel engelli bireyler ve çocukların geçmesine ve düşmesine engel olmayacak önlemler alınmıştır. Ayrıca dekorasyon amaçlı konulan eşyalar da kazaya sebebiyet verebilecek konumadır (Figür.15).

Figür.15 Hata İçin Tolerans Kelebekler Vadisi



Yazar Arşivinden

Bilim Merkezinde yalnızca zarar görmesi istenmeyen donatılar korunmuştur, engelli bireyler değil donatılar düşünülmüştür (Figür.16).

Figür.16 Hata İçin Tolerans Bilim Merkezi



Yazar Arşivinden

Düşük Fiziksel Güç Gereksinimi Ve Yaklaşım Ve Kullanım İçin Uygun Boyut Ve Mekân İlkesi Açısından Değerlendirme

Yapılar Düşük fiziksel güç gereksinimi ve Yaklaşım ve kullanım için uygun boyut ve mekân açısından incelenmiştir.

Mevlâna Müzesinin bilet gişesinde tekerlekli sandalye kullanıcıları için uygun boyutta tasarlanmış bir gişe bulunmamaktadır. Müze içerisindeki sergi elemanlarının bir kısmına tekerlekli sandalyeli kullanıcıları kolaylıkla yaklaşabilirken bir kısmına yaklaşamamaktadır (Figür.16).

Figür.16 Düşük Fiziksel Güç Gereksinimi Ve Yaklaşım Ve Kullanım İçin Uygun Boyut Ve Mekân İlkesi Mevlana Müzesi



Yazar Arşivinden

Karatay Medresesi Müzesinde de bilet gişesinde de tekerlekli sandalye kullanıcıları için uygun boyutta tasarlanmış bir gişe bulunmamaktadır. Sergi elemanları da tekerlekli sandalyeli bireyler için uygun değildir (Figür.17).

Figür.17 Düşük Fiziksel Güç Gereksinimi Ve Yaklaşım Ve Kullanım İçin Uygun Boyut Ve Mekân İlkesi Karatay Müzesi



Yazar Arşivinden

İnce Minare Müzesinde de bilet gişesinde de tekerlekli sandalye kullanıcıları için uygun boyutta tasarlanmış bir gişe bulunmamaktadır. Sergi elemanları ise büyük ölçüde engelli bireylerin erişemeyeceği elemanlarla sergilenmektedir (Figür.18).

Figür.18 Düşük Fiziksel Güç Gereksinimi Ve Yaklaşım Ve Kullanım İçin Uygun Boyut Ve Mekân İlkesi İnce Minare Müzesi



Yazar Arşivinden

Kelebekler Vadisinde de bilet gişesinde de tekerlekli sandalye kullanıcıları için uygun boyutta tasarlanmış bir gişe bulunmamaktadır. Sergileme elemanları ise özellikle tekerlekli sandalyeli bireyler ve görme problemi yaşayan bireyler için sorun oluşturmaktadır (Figür.19).

Figür.19 Düşük Fiziksel Güç Gereksinimi Ve Yaklaşım Ve Kullanım İçin Uygun Boyut Ve Mekân İlkesi Kelebekler Vadisi



Yazar Arşivinden

Bilim Merkezinde birçok sergileme elemanı özellikle tekerlekli sandalyeli kullanıcılar vücut ergonomine uygun değildir. Birçok deneyimlenecek araca erişilememektedir (Figür.20).

Figür.20. Düşük Fiziksel Güç Gereksinimi Ve Yaklaşım Ve Kullanım İçin Uygun Boyut Ve Mekân İlkesi Bilim Merkezi




Yazar Arşivinden

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Çalışma kapsamında evrensel tasarım kriterlerinin birbirleriyle ilişkileri kurgulanarak analiz çalışmalarına aktarılmış, çalışmada kapsamlı bir şekilde evrensel tasarım kriterlerine dayalı mekân analizlerine yer verilmesi sağlanmıştır. Buna göre evrensel tasarım kriterlerinin her birine örneklem alanların analizi yapılmıştır.

Tablo.6. Sonuç

	TARİHİ YAPILAR			**YENİ YAPILAR**	
	Mevlâna müzesi	**Karatay medresesi müzesi**	**İnce minare müzesi**	**Kelebekler vadisi**	**Bilim merkezi**
Fonksiyon	müze	müze	müze	müze	interaktif müze
Konum	şehir merkezi	şehir merkezi	şehir merkezi	şehrin çeperi	şehrin çeperi
Toplu taşıma ile erişim	yaygın	yaygın	yaygın	zayıf	zayıf
Yapının girişine erişim	olumsuz	olumsuz	olumsuz	olumlu	olumlu
Yapıya erişimde hissedilebilir yüzey	olumlu	olumlu	olumsuz	olumsuz	olumsuz
Yapı içerisinde hissedilebilir yüzey	olumsuz	olumsuz	olumsuz	olumsuz	olumsuz
Bilgilendirme levhalarındaki algılanabilirlik	olumlu	olumsuz	olumsuz	olumsuz	olumsuz
Sesli betimleme	olumsuz	olumsuz	olumsuz	olumsuz	olumsuz
Braille alfabesi	olumsuz	olumsuz	olumsuz	olumsuz	olumsuz
Hata için tolerans	olumsuz	olumsuz	olumsuz	olumsuz	olumsuz
Donatıya erişim	olumsuz	olumsuz	olumsuz	olumsuz	olumsuz
Donatının boyutları	olumsuz	olumsuz	olumsuz	olumsuz	olumsuz
	Yapı tasarımı dışı kaynaklı sonuçlar		Yapı tasarımı kaynaklı sonuçlar		

Yapılan çalışma sonucu arama motoru vasıtasıyla tespit edilen Konya'daki beş simge yapı evrensel tasarım kriterleri ışığında değerlendirilmiştir. Seçilen üç yapı tarihi diğer iki yapı ise son on yıl içerisinde yapılmış yapılardır.

Bu bağlamda incelendiğinde hem tarihi üç yapının hem de diğer iki yapının erişilebilirlik açısında yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Tablo.6'da görüldüğü gibi hem tarihi yapılarda hem de yeni yapılarda tespit edilen eksiklikler büyük ölçüde yapıların tasarımlarından çok yapı için alınan kararlardan kaynaklanmaktadır. Yapıların işleyişi için alınan kararlar, yapı donatıları ve teknolojik alt yapıları değiştirilerek tüm yapılar evrensel tasarım ilkelerine uygun tasarımlar haline dönüştürülebilirler. Çalışma gösteriyor ki yapıların geçmişte veya günümüzde tasarlanması engelsiz ulaşım açısından bir kıstas değil. Yapıların tümünde engelli bireyler yalnızca yönetmeliklerin mecbur bıraktığı ölçüde düşünülmüştür. Sonuç olarak yapılar eğer yönetmeliklerin el verdiği ölçüde evrensel tasarım ilkelerine uyuyorlarsa yasal düzenlemelerle bu tasarım kriterleri koruma altına alınmalıdır. Özellikle kamusal alan olan simge yapılar için koyulacak yasa ve kanunlar engelli bireylerin kente ve hayata daha çok katılmasına imkân sağlamış olacaktır.

Toplumlar engelli bireyleri hayattan dışladıkları müddetçe tam olarak gelişemezler. Engelli bireylerin topluma katılmaları için öncelikle şehirlerin ve kentlerin kültürel mekanlarında farkındalık oluşturmak gerekmektedir. Kültürel alanlarda oluşturulan farkındalık zamanla toplumun bütününe yayılacaktır. Sonuç olarak tüm bireylerin kamusal alanları kullanmasıyla hem kentin hem de kenti deneyimleyen bireylerin nitelikleri artacaktır.

KAYNAKÇA

1. Arat, Y., Sayar, G., 2017. İmaj Yapı Tasarımında Evrensel Tasarım İlkelerinin Rolü; Konya Bilim Merkezi Örneği. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 2017, 5.SI: 145-155.
2. Ateşoğlu, İ., 2008. Şehir Markası Oluşturmada Sembol Yapıların Etkisi, Yerel Siyaset Dergisi, 17: 87-88.
3. Avcı, Ü., 2015. Antalya Kaleiçi'nde Bir Simge Yapı: Yivli Minare, SDÜ Arte-Güzel Sanatlar Fakültesi Sanat Dergisi, 7 (15): 52-78.
4. Comolina, B., 2011. Mahremiyet ve Kamusallık Kitle İletişim Aracı Olarak Modern Mimari. Metis Yayınları (çeviri)
5. Dostoğlu, N., Şahin, E., Taneli, Y., 2009. Tasarıma Kapsayıcı Yaklaşım: Herkes İçin Tasarım Evrensel Tasarım: Tanımlar, Hedefler, İlkeler, Mimarlık Dergisi, 347 (Mayıs Haziran)
6. Erdönmez, M., Akı, E. A., 2008. Açık Kamusal Kent Mekanlarının Toplum İli Şkilerindeki Etkileri. Megaron, 3.1.

7. Ergenoğlu, A.S., 2013. Mimarlıkta Kapsayıcılık: Herkes İçin Tasarım, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım-Yayın Merkezi, ISBN:978-975-461-502-9
8. Habermas, J. (2004). Kamusal alan. Kamusal Alan, 95-102
9. Karadağ, A., 2003. Kamusal Alan Modelleri: Çoğulcu Perspektiften Bir Değerlendirme. Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 58.03.
10. Kayhan, P. 2015. Simge Yapıların Tasarımcı – Kullanıcı Bağlamında İmgesel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
11. Lynch, K.; Başaran, İ. 2010. Kent imgesi. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
12. ÖZBEK, M. (2004). "Kamusal alan". Kamusal Alan, 1-19.
13. Özgül, G. E., 2012. Bir Görme Biçimi Olarak Yeni Medya: Kamusal Bir Alan İmkânının Araştırılması The Way Of Seeıng Produced By The New Medıa: Searchıng For The Possıbılıty Of A Publıc Sphere. Journal of Yasar University. 26.7: 4526-4547.
14. Şahin, M., 2010. Yüksek Yapılar ve Kamusal Alan İlişkisi: Büyükdere Caddesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
15. Yaldız, E. 2003. Konydaki Medrese Yapılarının Yeniden Kullanım Koşullarına Göre Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
16. Yıldırım, B, 2014. Kamusal Alanın Üretimi: Taksim Meydanı, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
17. URL1: https://yandex.com.tr/harita

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

BARTIN'DAKİ (*PARTHENIA*) RUM KÜLTÜRÜNÜN MEKÂNSAL İZLERİ

The Spatial Traces of Greek Culture in Bartin (Parthenia)

Selma Çelikyay[1]

[1] *(Prof.Dr); Bartın Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bartın, Türkiye, scelikyay@bartin.edu.tr*

Öz: Kültür, geçmişte yaşayan medeniyetler ve topluluklar ile ilgili dünya üzerinde somut izler oluşturan ana bileşenlerden biridir. Türkiye, farklı dönemlerde yaşayan çeşitli uygarlıkların izlerine sahiptir. Rum halkı, Türkiye'nin bazı bölgelerinde yaşayan topluluklardan biriydi. Antik çağda Parthenia adı verilen, Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Bartın, Rum toplumunun geçmişte yaşadığı yerleşimlerden biridir. Bartın ilçesinde, Türkiye'den Yunanistan'a zorunlu göç olayına kadar yaşayan Rum halkı, mimari izlerini kültürlerinin ve toplumsal yaşamının mekânsal belgeleri olarak bırakmıştır. Kilise, geleneksel Yunan evleri ve bazı ticari binalar, Bartın'daki kültürel miraslarından bazılarıdır. Bu bildiride, Bartın'da yaşayan Rum toplumunun somut kültürel mirası sunularak hayatı barışçıl bir ortamda paylaşan iki ayrı topluluk olarak Rum ve Türk halkının ilişkisi vurgulanmaktadır. Son olarak, tarihi ve kültürel mirasın sürdürülebilirliği için bazı öneriler sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Rum Mimarisi, Aya Nikolas, Bodosaki, Kültürel Miras, Bartın.

Abstract: Culture is one of the major components which build tangible traces on the earth related to the civilizations and communities lived in the past. Turkey has full of the traces of various civilizations lived in different periods. Greek people was one of the communities lived in some region of Turkey. Bartın, which is located in Western Black Sea Region in Turkey, which was called Parthenia, is one of the settlements where Greek community lived in times past. Greek people, who lived in a district of Bartın till their forced migration event from Turkey to Greece, left the architectural traces as spatial documents of their culture and communal life. Church, traditional Greek houses and some commercial buildings are some of their cultural heritages in Bartın. In this paper, tangible cultural heritage of Greek community lived in Bartın will be presented and the relationship of Greek and Turkish people as two different communities, which shared the life in peaceful atmosphere, will be emphasized. Finally, some suggestions will be proposed for sustainability of historical and cultural heritage.

Keywords: Greek architecture, Aya Nikolas, Boosaki, cultural heritage, Parthenia.

GİRİŞ

Rumlar, Osmanlı Devleti zamanından itibaren Anadolu'nun çeşitli şehir ve kasabalarında Türklerle birlikte barış içerisinde yaşamış azınlık gruplarından biridir. Osmanlı Devleti'nde gayr-i müslim tebaya karşı dini bir hoşgörü hakim olduğundan, onlara karşı; dil, din, mezhep hürriyetlerini bahşetmişler, hoşgörüyle yaklaşmışlar, din, örf ve adetlerine müdahale etmemişlerdir (Pamuk, 2001). Osmanlı Devletinin kuruluşundan itibaren, imparatorluk sınırları içinde yaşayan azınlıklara Osmanlı millet sistemi içinde etnik ve dinsel kimliklerini barış ve düzen içinde koruma fırsatı verilmiş ve gayrimüslimler bu yolla kendi kültürlerini koruma ve geliştirme imkânı bulmuşlardır (Babaoğlu, 2012).

Antik çağda Parthenia adı verilen, Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Bartın, Rum toplumunun geçmişte yaşadığı yerleşimlerden biridir. Türkiye'den Yunanistan'a zorunlu göç olayına kadar Bartın'da yaşayan Rumlar, kültürlerinin ve toplumsal yaşamlarının mekânsal izleri olarak mimari eserlerini bırakmışlardır.

Bartın'da Rumlar

1821'deki Mora isyanından sonra, Osmanlı Devleti Niğde'deki Rumları Bartın'a yerleştirmiştir. O tarihten itibaren Bartın'ı yurt edinen Rumlar, buradaki yaşantılarının mekânsal belgesi olan evleri, konakları, dini ve resmi yapıları yapmışlardır.

1870'de Kastamonu Vilayet Salname'sinde 5.762 İslam, 3 Rum, 6 Ermeni hanesinin bulunduğu görülmekteyken, Shaw, 1885 yılında 50.394 olan Bartın nüfusunun 49.819 İslam, 380 Rum, 195 Ermeni'den oluştuğunu, 1914'te ise 65.904 olan nüfusun 64.396 İslam, 1.104 Rum, 401 Ermeni, 3 Yahudi'den oluştuğunu belirtmiştir (Öztürk, 2011'den; Yurt Ansiklopedisi, 1983: 10,7727). 1890'larda Şemsettin Sami Bartın'da Çarşamba ve Amasra nahiyeleriyle birlikte 1.000 kadarı Hıristiyan 22.600 kişi yaşadığını, buğday, arpa, darı tarımının yanı sıra ağaç yazı takımları, gemi halatı yapımı ile uğraşıldığını, Tarla ağzı mevkiinde kömür madeni çıkarıldığını bildirmiştir (Öztürk, 2011).

1920'li yıllarda Zonguldak'ta kömür ocağı sahibi olanlardan; Cevahircioğlu Bodosaki, Mihail Kozmidis, Kozmaoğlu Petro Bartın'da yaşamıştır. Zonguldaklı meslek sahibi Hıristiyan ahaliden; Bartınlı Partalcıoğullarından Hamparsum oğlu Osekyan'ın kunduracılık yaptığı, Bartınlı Aragil oğlu Bağdasar'ın terzilik yaptığı, Bartınlı Karabet Aragil'in çalgıcılık yaptığı, Dimitri Tilkioğlu'nun Bartın'da yumurta tüccarı olduğu (Tuncer, 2012) kayıtlarda yer almaktadır.

Tuncer (2012), Bartın'daki Rum ahalinin 21 Haziran 1921'de daha iç bölgeye Safranbolu'ya nakledildiğinden bahsetmektedir (Tuncer, 2012). Bu tarihi kayıtlar, 1821-1921 yılları arasında yüzyıl boyunca Bartın'da Rumların yaşamış olduğunu belgelemektedir.

İstiklâl Savaşından sonra Rumlar, 1923 yılındaki Türk-Yunan nüfus mübadelesi ile yurt edindikleri yerlerden (Bartın'dan, Safranbolu'dan, Zonguldak'tan, Devrek'ten ve Türkiye'nin diğer yerlerinden) ve evlerinden ayrılmak zorunda kalmışlardır. Bugün bir kısmı halen ayakta duran bu yapılar, Bartın'da yaşamış olan Rumların tarihi ve kültürel mirası ve mekânsal izleridir.

RUM MAHALLESİ VE RUM YAPILARI

Rumların Bartın'da yoğun olarak yerleştiği alan, eskiden merkez dışında kalan bugünkü Gölbucağı Mahallesi ile kısmen Kırtepe Mahallesinin içerisinde bulunmaktadır. Bartın Çayı ile çevrili yarımada formundaki şehir merkezini Asma Köprü'ye bağlayan Asma Caddesi ile Asma Köprünün devamındaki Gölbucağı Caddesinin etrafı eski Rum Mahallesinin bulunduğu alanlardır (**Şekil 1, Şekil 2**).

Şekil 1. Bartın'daki eski Rum Mahallesinin konumu



Şekil 2. Bartın'daki Eski Rum Mahallesi (Asma, 2011).



Şekil 3. Şehir merkezindeki eski tarihi doku (Asma, 2011).



Dini Yapılar

Aya Nikolas Kilisesi

Bartın'da yaşayan Rum cemaatin bir araya geldiği ve ibadet ettiği Kilise Binası, Türkiye'de yaşayan azınlıklara tanınan haklar konusunda kanıtlayıcı bir mimari mirastır (Şekil 4). Kilise, 1868 yılında Bartın'daki Rum Cemaati tarafından yaptırılmıştır.

Şekil 4. Aya Nikolas Kilisesi ve kubbesinin yıkımı (Çetin Asma Arşivi).



Mübadeleden sonra, kilise işlevi sona erdiğinden kendi haline terkedilerek 1936 yılında kubbesi yıkılmış, kubbe yerine düz çatı yapılarak yıllarca elektrik santrali olarak kullanılmıştır (Öztürk, 2018). 1995-2000 yılları arasında Kültür ve Turizm Bakanlığınca restore edilerek yeniden işlevlendirilen eski kilise binası, bugün Bartın Belediyesi Sanat Evi olarak kullanılmakta ve 100-150 kişilik küçük gruplar için tiyatro, sinema, konser, resital gibi kültürel etkinliklere ev sahipliği yapmaktadır (Şekil 5).

Şekil 5. Bartın Belediyesi Sanat Evi (eski kilise)



İbrahim Paşa Camii (Orta Cami)

Bartın şehir merkezinde bulunan Orta (İbrahim Paşa) Cami, Bosna Valisi İbrahim Paşa tarafından yaptırılmıştır. Yapım yılı bilinmemekle birlikte 150 yıllık bir geçmişe sahip olduğu tahmin edilmektedir, 1864 ve 1897 yıllarında iki yangın geçirdiği, 1898 yılında yeniden yaptırılarak 1901 yılında ibadete açıldığı bilinmektedir (URL-1). 1968 yılında deprem sonrası tamir görmüştür. 12'si büyük kubbenin etrafında olmak üzere 32 pencerelidir. Kare planlı, tek kubbeli ve tek minarelidir (Şekil 7). Ana

malzeme; köşelerde blok kesme taş, diğer kısımları moloz taştır. Altında 11 adet dükkân bulunmaktadır.

Şekil 6. Bartın İbrahim Paşa Camii (Orta Cami) (Çetin Asma Arşivi).



Orta Caminin mimarisi Bartın'daki diğer camilerden ve geleneksel Osmanlı camilerinden farklıdır. Bartın'daki Orta Cami stil açısından, Safranbolu'da bugün Ulu Cami adıyla cami olarak kullanılan Aya Stefanos Kilisesi ile benzerlik taşımaktadır (Şekil 8). Camiye dönüştürülen kilisedeki, etrafında 12 pencere bulunan büyük kubbe, Bartın'daki Orta Cami'de de bulunmaktadır (Şekil 7, Şekil 8).

Şekil 7. Safranbolu Ulu Cami (Aya Stefanos Kilisesi) (URL-2, URL-3).



Safranbolu'nun Kıranköy semtinde Rumlar zamanında 1872 yılında yapılan ve 1956 yılında camiye çevrilmiş bulunan eski kilise, kentin en önemli mimari eserleri arasında yer almaktadır (Kalyoncu ve Tunçözgür, 2012). Bu iki caminin benzerliği, Rum taş ustaları tarafından yapılmış olan Bartın'daki Orta Cami'nin de Rum mimarisini sergilediğini göstermektedir.

Resmi Yapılar

Hükümet Konağı

Hükümet konağı binası 1898 yılında yapılmış olup, Rum mimarisinin güzel bir örneğini sergilemektedir (Şekil 8). Rum taş ustaları tarafından yapılan Bartın Hükümet Konağı, Sultan Hamid'in tahta geçişinin 25. yıldönümünde mevlid okutup, şerbetler dağıtılarak açılan bir binadır (Çetin Asma, 2019). 1968 yılındaki depremden zarar gördüğü için 1969 yılında yıktırılmıştır.

Şekil 8. Eski Hükümet Konağı (Çetin Asma Arşivi).



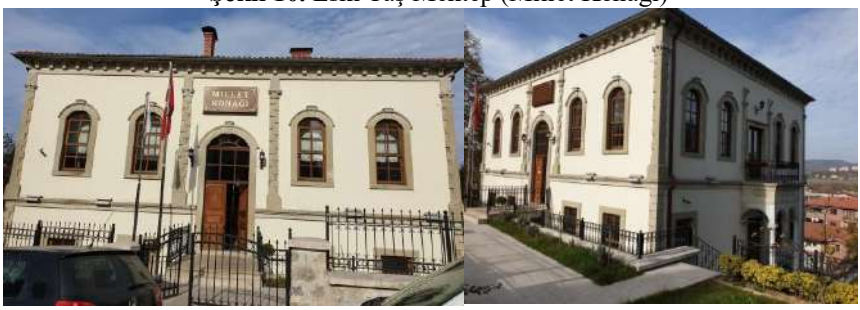
Mektepler

Rumların yerleştiği mahallede Rum mektebi olarak yapılmış olan bina bugün de halen ilköğretim okulu olarak kullanılmaktadır (Şekil 9). Konum olarak eski Aya Nikolas Kilisesinin yan tarafında bulunmaktadır.

Şekil 9. Eski Rum Mektebi (İstiklal İlköğretim Okulu)



Şekil 10. Eski Taş Mektep (Millet Konağı)



Eskiden Taş Mektep olarak anılan bina, tarihsel süreç içerisinde önce okul olarak, geçtiğimiz yıllarda da kütüphane olarak kullanılmıştır. Güncel durumda ise, restore edilerek Millet Konağı olarak kullanıma açılmıştır (Şekil 10).

Ticaret Yapıları

Şehir merkezinde, 1314 yangını ile yok olan ahşap dükkânların yerine yangından sonraki çarşı planına göre ızgara sistemde oluşturulmuş yapı adalarındaki parseller üzerinde bitişik yapı düzeninde iki ya da üç katlı kârgir ticaret yapıları bulunmaktadır. O tarihlerde Bartın'da ahşap ustalığı yaygın olduğundan ve Bartın'lılar arasında taş ustası bulunmadığından, kâgir (taş ve tuğla) işçiliği Rum yapı ustaları tarafından yapılmıştır (Çetin Asma, 2019). Bu binalarda, dönemin yapı geleneğinin de bir işareti olan ve yapı ustalığını belgeleyen, yapıyı yapan usta tarafından konulmuş bir motif, bir simge bulunmaktadır. Bu motif, bazen giriş kapısının üst kısmında, bazen de saçak altında yer almaktadır (Şekil 12).

Şekil 11. Bartın şehir merkezindeki Rum Mimarisinden örnekler



Şekil 12. Ticari yapılardaki simge ve tarihler



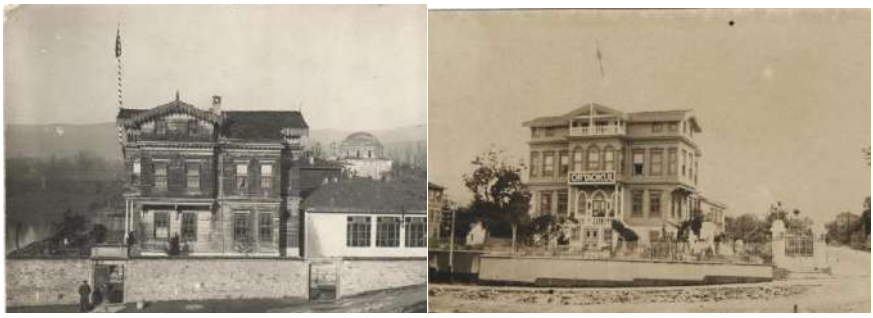
Rum Evleri

Bir kısmı yıkık ve harabe halindeki, bir kısmı halen ayakta duran, bir kısmı da restore edilmiş olarak kullanılmakta olan Rum evleri Rum mimarisinin Bartın'daki belgeleridir.

Bodosaki Konağı

Bartın'daki Rum evlerinin en görkemlisi Bodosaki Konağıdır. Bartın'da yaşamış önemli iş adamlarından olan Cevahircioğlu Bodosaki'nin İtalyan bir mimara sipariş ederek yaptırdığı konak, Bartın'da gotik mimarinin tek örneği (Aşçıoğlu, 2011) olarak yıllarca bir *landmark* işlevi görmüştür. Kapalı çıkmalı, cumbalı ve balkonlu mimari stile sahip olan konak haçvari planlıdır. Diğer Rum evlerinden farklı olarak dış cephesi ahşap kaplamalıdır (Şekil 13, Şekil 14).

Şekil 13. Bartın Ortaokulu olarak kullanılan Bodosaki Konağı (Çetin Asma Arşivi).



İlk sahibinden sonra 1933-1963 yılları arasında otuz yıl boyunca Bartın Ortaokulu olarak kullanılan bina 1973 yılında yıktırılmıştır. Bugün, eski fotoğraflarına dayanarak hazırlanan restitüsyon projesine göre Bartın Valiliği tarafından yeniden inşa edilecek olan Bodosaki Konağının inşaat

kazısı çalışmaları sırasında, yıllardan beri Kiliseye kadar ulaştığı rivayet edilmekte olan, yaklaşık 150 m uzunluğundaki tünel ortaya çıkartılmıştır.

Şekil 14. Bodosaki Konağındaki Gotik Sütunlar (URL-4).



Selahattin Şanlıözenci'nin "*Ortaokulu orada bitirdim ben. Bir kilise vardı yanında. O okulun altından kiliseye gizli bir tünel vardı. Yani Bodosaki evinden çıkmadan kiliseye gidebilirdi. Evin içinde tulumba vardı. Öyle yapmış ki gavur, dışarıya çıkmadan suyu evin içinde akabiliyor. Duvarlarında süslemeler, Hıristiyan kabartmaları filan vardı. Bizim okulun müdürü onları badana yaptırdı daha sonra. "Bunlar Hıristiyan putları" diye hepsinin üstünü badana yaptırdı. Dersten kaçıp o tünelde oynardık. Bunun için tünelin ağzını da kapattırdı*." şeklindeki anlatımı ve Bartın'a gelin gelmiş olan 80 yaşındaki Samiye Akın'ın "*Burada genç kızlar kiliseye sığınaktan geçerek duaya gidiyordu. O yıllarda kilisede papaz vardı ve burada ayin yapılıyordu. ... Bahçeye gidip otururduk. Her yıl su böreği yapılırdı.*" (www.internethaber.com, 2010) sözleri de Bodosaki Konağı ile Kiliseyi birbirine bağlayan tünelin kullanıldığını doğrulamaktadır. Bodosaki Konağını yeraltından Aya Nikolas Kilisesi'ne bağlayan bu tünelin Bodosaki'nin kilisede papazlık yapan oğlu tarafından kullanıldığı rivayet edilir (URL-5).

Evler

Eski Rum mahallesindeki Rum evleri iki ya da üç katlıdır. Bahçeli evlerin giriş katları zemin kotundan 5-6 basamak yüksekliktedir. Cadde üzerinde bulunan evlerde doğrudan zemin kata girilmektedir (Şekil 15).

Mübadeleden sonra Bartın'dan giden Rumların bıraktığı bu evler, Milli Emlak tarafından satışa çıkarılmış ve yeni sahipleri tarafından mülk edinilmiştir. Geçtiğimiz yıllarda Kültür ve Turizm Bakanlığınca tescilli

binaların restorasyonu için bir miktar hibe verilmeye başlanması, eski eser niteliğindeki Rum evlerinin yeni sahiplerini de teşvik etmiş ve bu sayede bazıları restore edilmiştir.

Şekil 15. Bartın'daki eski Rum evlerinden örnekler





Sıra Evler

Bartın şehir merkezindeki Hamam Sokakta bulunan bitişik yapı düzenindeki sıra evler de Rum ahalinin yaşamış olduğu evlerdir. Bu evler, Bartın Belediyesince Hamam Sokak Sağlıklaştırma Projesi kapsamında restore edilerek konut olarak kullanılmaya devam edilmektedir (Şekil 16).

Şekil 16. Sıra evler



Yapım Tekniği ve Yapı Malzemeleri

Karadeniz, Batı Karadeniz ve Bartın'da geleneksel yapı malzemesi olarak ahşap kullanılmış olmasına karşın, Bartın'daki Rum evlerinin yapı malzemeleri ağırlıklı olarak taş ve tuğladır.

Karadeniz yöresinin orman varlığından ve iklimsel özelliklerinden dolayı Türk evlerine damgasını vuran ahşap mimari Rum evlerine de yansımış ve genelde iki ya da üç katlı olan Rum evleri de ahşap karkas sistemde yapılmıştır. Karkas arası dolgu malzemesi olarak tuğla kullanılmıştır. İç mekânlarda döşeme ve tavan kaplamaları ile dış cephe pencere doğramaları ve süslemelerinde ahşap malzeme kullanılmıştır (Şekil 15, Şekil 16). Rum evlerinde dış cepheler sıva ile kaplanmıştır. Az sayıda ahşap kaplamalı olan evler de bulunmaktadır (Şekil 15).

Süslemeler

Eski Rum mahallesinde cadde üzerindeki binaların giriş kapılarının üst kısmında yapılış tarihi ya da çiçek motiflerinin bulunduğu süslemeler yer almaktadır (Şekil 17).

Şekil 17. Kapı lentolarındaki motifler



Şekil 18. Açık çıkmalardaki süslemeler



Şekil 19. Saçak altı süslemeleri



Açık çıkmalardaki, tavan motifleri, kafesli motiflerle, saçak altlarındaki ahşap ya da taş motifler Rum mimarisindeki özgünlüğü örnekleyen ögelerdir (Şekil 18, Şekil 19).

SONUÇ

Ülkemiz tarihin çeşitli dönemlerinde çeşitli medeniyet ve toplumlara ev sahipliği yapmış, her toplum kendi din, gelenek, görenek ve yaşam biçimlerinden oluşan kültürel kimliğini mekâna yansıtmış ve kendi kültürel mirasını bırakmıştır. Bu kalıtların her biri ülkemizdeki somut kültürel miras zenginliğinin ve çeşitliliğinin birer kanıtıdır.

Aya Nikolas Kilisesi ve Bodosaki Konağı Bartın kentinin tarihinde iki önemli landmark olarak hafızalarda yer etmiştir. Eski Aya Nikolas Kilisesi binasının bugün, sanatsal etkinlikler için yeniden işlevlendirilmesi mekânsal olarak isabetli olmakla birlikte, kilisenin orijinal halinden eser kalmamış olması, Osmanlı dönemindeki millet sistemi içerisinde dini kimliklerini ve kültürlerini koruma ve geliştirme imkânı verilen gayr-i Müslimlerden olan Rumların kültürel mirasının, günümüze kadar taşınamamış olması esef vericidir.

Bodosaki Konağı da özgün mimarisi ve gerek mübadeleden önceki konak işlevi, gerekse mübadeleden sonraki süreçte kuşaklar boyunca eğitim kurumu olarak hizmet vermesi nedeniyle tarihe tanıklık eden bir yapı olarak korunması ve yaşatılması gereken önemli bir Rum mirasıydı. Ancak, Bartın Valiliğinin Bodosaki Konağını tekrar canlandırma girişiminde bulunması kültürel mirasın sürdürülmesi bağlamında umut vericidir.

Bartın'da yaşamış olan gayrimüslimler ile yerel halk arasında sosyal, kültürel ve ticari ilişkiler gelişmiştir. Bartın şehir merkezinde kuyumculuk, sarraflık, terzilik ve kunduracılık yapmış olan Rumların olduğu Çetin Asma tarafından ifade edilmiştir (Asma, 2019).

Bu bildiride bazı örnekleri sunulan, Bartın'da yaşamış olan Rumların kültürel mirasını simgeleyen mekânsal izlerin, ülkemizin zengin mirasının bir parçasını oluşturmaları ve tarihsel süreci belgelemeleri açısından korunması, sürdürülmesi ve gelecek kuşaklara da aktarılması gerekmektedir. Ayrıca bu hususta, UNESCO genel kurulu tarafından 1972 yılında kabul edilen ve Türkiye Cumhuriyetinin de 1982 yılında 2658 Sayılı Kanun ile katıldığı "Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunmasına Dair Sözleşme" gereğince devletimizin de sorumluluğu bulunmaktadır.

Ulu önder Mustafa Kemal Atatürk'ün "yurtta sulh, cihanda sulh" şiarı, geçmişin izlerini koruyarak ve geçmişinden öğrenerek geleceği inşa eden barışçıl toplumlar sayesinde gerçekleşebilir.

KAYNAKLAR

1. Asma, Ç. "Eski Bartın" Fotoğraf Arşivi.
2. Asma, Ç. (2011). Çetin Asma ile Tarihe Yolculuk. Bartın Belediyesi Kültür Yayınları.
3. Asma, Ç. (2019). Çetin Asma ile Sözlü Görüşme, 14.11.2019.
4. Aşçıoğlu, E. (2011). "Bartın'da Tarih", 29.Bartın Kültür, Sanat, Turizm ve Çilek Festivali Etkinlikleri, 26.06.2011, Bartın Üniversitesi, Bartın. https://w3.bartin.edu.tr/haberler/erkan-ascioglundan-anilarla-bartin.html
5. Babaoğlu, R. (2012). 6/7 Eylül 1955 Olaylarının Türkiye Rumları Üzerindeki Etkileri (1955 -1959). Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tarih Anabilim Dalı Türkiye Cumhuriyeti Tarihi Bilim Dalı, Diyarbakır.
6. Can, S. (1994). Selahattin Şanlıözenci ile Söyleşi 8 Mart 1994, 4 Nisan 1994, Uyanış Gazetesi.
7. Kalyoncu, H., Tunçözgür, Ü. (2012). Mübadele ve Safranbolu, Karabük Valiliği Yayınları, s: 64.
8. Öztürk, Ö. (2011). PONTUS Antikçağ'dan Günümüze Karadeniz'in Etnik ve Siyasi Tarihi, Genesis Yayın No:9, ISBN: 978-605-5410-17-9; s.262, Ankara.
9. Öztürk, Ö. (2018). Bartın Tarihi (Parthenius, Oniki Divan). http://ozhanozturk.com/2018/01/06/bartin-tarihi/, Erişim tarihi: 12.11.2019
10. Pamuk, B. (2001). Osmanlılar Zamanında Rum-Ermeni Kiliseleri Arasındaki İlişkiler (Kudüs Örneği). A.Ü.Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi, Erzurum, (16): 233-257.

11. Resmi Gazete (1982). Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunmasına Dair Sözleşmeye Türkiye Cumhuriyetinin Katılmasının Uygun Bulunduğu Hakkında Kanun, (20.04.1982 tarih, 17670 sayılı RG), https://www.tursab.org.tr/apps/OldFiles//dosya/14742/dunya-kulturel-ve-dogal-mirasinin-korunmasina-dair-sozlesmeye-turkiye-cu_14742_472491.pdf, Erişim tarihi: 12.11.2019

12. Tuncer, K. (2012). Zonguldak'taki Ermeni ve Rum komşularımıza ne oldu? İşte yanıtı..., Bayram Gazetesi, Karaelmas Gazeteciler Derneği, 06 Eylül 2012.

13. URL-1: https://bartin.ktb.gov.tr/TR-69010/ibrahimpasa-camii-orta-cami.html, Erişim tarihi: 12.11.2019

14. URL-2: https://gezimanya.com/GeziNotlari/safranboluda-gorulmesi-gereken-yerler

15. URL-3: http://haber.sat7turk.com/wp-content/uploads/2015/01/safranbolu-ulu-cami-ayestefenos-kilisesi.jpg, Erişim tarihi: 12.11.2019

16. URL-4: https://www.facebook.com/bartinedu/photos/a.409445559067580/409475339064602/?type=3&theater, Erişim tarihi: 12.11.2019

17. URL-5: https://www.facebook.com/bartinedu/photos/a.409445559067580/409453619066774/?type=3&theater, Erişim tarihi: 12.11.2019

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

KENTSEL KAMUSAL ALANLARIN GELİŞİMİ İÇİN YENİLİKÇİ ARAÇLAR: AKILLI VE EKO-TEK KENT MOBİLYALARI

Innovative Tools For Development of Public Spaces: Smart and Eco-Tech Urban Furnitures

Selma Çelikyay[1] & M. Özlem Özbek[2]

[1](Prof.Dr); Bartın Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bartın, Türkiye, scelikyay@bartin.edu.tr,
[2]Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Bartın, Türkiye, makbuleozbek88@gmail.com

Öz: Dünyada giderek artan kentleşme olgusu, değişen yaşam şartları ve teknolojideki gelişmeler, kentlerin gelişimlerini ve değişimlerini etkilemektedir. Kentler bu gelişimin ve değişimin bir sonucu olarak gerek yönetimsel açıdan, gerekse de kentte yaşayan vatandaşların ihtiyaçlarına yönelik yeni hizmetler ve uygulamalar sunmaktadır. Kentlerde konforlu, sağlıklı, dünyayı kirletmeyen, karbon tüketimini en aza indiren, kendi kendine yetebilen yeni yaşam alanlarının oluşturulması için kentlerdeki kamusal alanlarda akıllı ve eko-teknolojik öğeler önemli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada kentsel kamusal alanlarda yer verilen yenilikçi, akıllı ve eko-teknolojik öğeler irdelenmiştir. Dünya genelinde ve Türkiye'deki akıllı ve eko-teknolojik öğelerdeki gelişmeler ve bu gelişmelerin kamusal mekâna yansıması örneklerle incelenmiş ve ülkemizde kamusal alanlardaki kent donatılarının akıllı ve eko-teknolojik özellikler kazanmasına yönelik yenilikçi öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Kent, Akıllı Kent Mobilyaları, Eko-Teknoloji, Kamusal Alan.

Abstract: Increasing phenomenon of urbanization in the world, changing living conditions and developments in technology affect the development and changes of cities. As a result of this development and change, cities offer new services and practices both in terms of management and the needs of citizens living in the city. Smart and eco-technological elements emerge as an important tool in the public spaces in cities in order to create comfortable, healthy, non-polluting, self-sufficient new living spaces in cities. In this study, innovative, smart and eco-technological elements in urban public spaces are examined. Developments of smart and eco-technological items in the world and in Turkey and reflection of these developments to public space have been examined by means of examples. Finallly, innovative proposals regarding to urban furnitures placed in public spaces in our country to have smart and eco-technological features have been presented.

Keywords: Smart city, Smart urban furnitures, Eco-technology, Public space.

GİRİŞ

Kamusal mekânlar "tüm vatandaşların kullanım ve beğenisine açık yer veya mekân" olarak tanımlanmaktadır (Jackson, 1987). Kamusal mekânlar herkese ait olan ve tüm vatandaşların eşit ölçüde kullanım hakkına sahip olduğu mekânlardır (Çelikyay, 2017).

Kentsel kamusal alanlar, bir kentteki yapılar dışında kalan ve topluma çevresel, sosyal ve ekonomik fayda sağlama potansiyeli bulunan alanlardır (Uzgören ve Erdönmez, 2017).

Kentsel kamusal alanların vazgeçilmez unsurları olarak meydanlar, parklar, bulvarlar, caddeler ve sokaklar sayılabilir (Yerli vd., 2015). Kent mekânındaki kamusal alanlar, kentliler için hem bir geçiş alanı hem de kentle ve birbirleriyle etkileşim ve iletişim içerisinde olduğu alanlardır. (Çelikyay, 2017).

Kamusal alan, sokaklar, meydanlar, parklar, açık alanlar kentlinin toplanacağı, birbirleriyle karşılaşacağı, kaynaşacağı, bireysel ve birlikte kendini ifade edecekleri, kentli kültürü yaratacakları özgürlük ve toplumsal-davranışsal uzlaşma alanlarıdır (Erdönmez ve Akı, 2005). Bir kamusal alanı başarılı kılan özellikler; ulaşılabilir olmaları, insanların çeşitli aktivitelerde bulunmaları, birbiriyle buluşarak daha fazla sosyal etkileşimin sağlandığı mekânlar olmasıdır (Uzgören ve Erdönmez, 2017). Bu bağlamda, kentlilerin kentle ve birbirleriyle iletişim halinde oldukları kamusal alanların planlanması kadar tasarımı ve düzenlenmesi de çok önem taşımaktadır.

Kamusal alanların kullanılır, yaşanılır, tercih edilir ve çekici kentsel mekânlar olmasını sağlayan başlıca ögeler kent mobilyalarıdır. Kamusal alanların tasarımında ve kamusal mekân organizasyonunda toplumun gereksinim ve eğilimleri dikkate alınmalı, yaşam konforu sağlayacak araçlar sunulmalıdır. Günümüz kentlerinde; hizmet sunumunda akıllı sistemlerin kullanımı yaygınlaşırken, karşılaşma, buluşma, toplanma, dağılma ya da geçiş mekânı olan kamusal alanlarda hızlı kent yaşamı içerisindeki kentliye teknolojik konfor sunarak zaman kazandıran kent mobilyaları, kentsel mekânı daha çekici ve işlevsel kılmaktadır.

AKILLI VE EKO-TEK KENT MOBİLYALARI

Akıllı Kentler; gelişmiş bir Kent Bilgi Sistemine sahip, vatandaşların bütün hizmetlerden sabit veya mobil sistemler vasıtasıyla yararlanabildiği, bütünleşik bilgi organizasyonu ile çalışan kent yapılanmalarıdır. Kent kaynaklarının verimli kullanılması için tüm birimler tek bir otomasyon sistemi ile çalışarak kentin yaşam kalitesini yükseltecek Bilgi ve İletişim Teknolojileri ile donatılmaktadır. İnsan ve sosyal sermayeye yapılan

yatırımlar, katılımcı yönetişim yoluyla, doğal kaynakların akıllıca yönetilmesiyle, sürdürülebilir ekonomik büyüme ve yüksek bir yaşam kalitesi bir araya getirildiğinde bir şehir akıllı olmaktadır (Dubbeldeman ve Stephen, 2015).

Bilgi ve iletişim teknolojilerini kentin yaşanabilirliğini, çalışılabilirliğini ve sürdürülebilirliğini sağlamak için kullanan akıllı kentlerde kentsel kamusal mekân kullanıcısına erişim, konfor ve güvenlik sunan "akıllı kent çözümleri/uygulamaları" geliştirilmiştir. Kent Bilgi Sistemleri (KBS) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) gibi kentlerin bilgi teknolojileri altyapı sistemlerine bütünleştirilerek enerji, su, ulaşım, sağlık, eğitim, güvenlik gibi kentlerde sunulan pek çok hizmetin sunumunu ve takibini kolaylaştıran ve kalitesini artıran BİT destekli uygulamalardır (Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı, Bilgi ve İletişim Teknolojileri Destekli Yenilikçi Çözümler Ekseni Mevcut Durum Raporu, 2013).

Kentsel çevreyi oluşturan kamusal alanların önemli bir parçası, tamamlayıcısı olan kent mobilyaları, insan ve mekân arasında iletişimi sağlamaktadır. Yaşam şekillerinin değişmesi, teknolojinin insan hayatındaki yükselen değeri, kamusal alanlarda ve kent mobilyalarında da değişim ve gelişimi zorunlu kılmıştır. 20.yy'ın başlarında ortaya çıkan büyük şehirlerin nüfusunun hızla artması durumuna karşı gerek Amerika'da çözüm yolları aranmaya başlanmış olması gerekse de Avrupa Horizan 2020 stratejisi kapsamında oluşturulan EIP-SCC gibi akıllı kentleşme üzerinde destek ve çalışma gösteren insiyatiflerin kurulmaya başlamasıyla Avrupa, Amerika ve diğer ülkelerin akıllı kent çalışmaları hızlanmış ve bu çalışmaların kamusal alanlardaki yansımaları olan akıllı kent mobilyaları ortaya çıkmıştır. Akıllı kent mobilyaları da akıllı kent uygulamaları kullanılarak tasarlanan yeni nesil kent öğeleridir (Demir, 2018).

Günümüz teknolojisi kullanılarak ve değişen yaşam koşulları dikkate alınarak dünyada birçok kentte olduğu gibi, ülkemizde de kentsel kamusal alanlarda aşağıda örneklenen akıllı kent mobilyalarına yer verilmesi güncel kullanıcı gereksinimini karşılayarak kentsel yaşam konforunu artıracaktır.

Akıllı ve Eko-Tek Oturma Öğeleri

Bu oturma ögeleri, akıllı ve sürdürülebilir kentler için güneş enerjisi ile çalışan kent mobilyalarıdır. Cep telefonu ve akıllı cihazların kullanımının günlük yaşamın her anına yayılmasından dolayı, bu cihazlar için şarj destek ünitesi fonksiyonuna sahip ürün ihtiyacı da önem kazanmıştır. Bu nedenle, teknolojinin getirdiği yenilikleri kullanan ve sürdürülebilir enerji kaynağının kullanıldığı birçok ürün kentsel mekânlarda yerini almıştır. Akıllı oturma ögeleri, kentlerdeki hizmet kalitesinin artırılmasını ve

kullanıcıların kamusal alanlarda keyifli vakit geçirmelerini sağlamaktadır (Demir, 2018). Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak yaşadığımız çağın teknolojik gereksinimlerini karşılayan bu ögeler akıllı ve aynı zamanda da ekolojik ve teknolojik kent mobilyalarıdır.

Şekil 1'de görülen oturma ögesi, ücretsiz Wi-fi, akıllı cihaz şarj özelliği, güneş enerji paneli ve batarya sayesinde enerji depolama, hava durumu, nem, basınç gibi çevresel verileri sunması ve oturma fonksiyonu sayesinde bulunduğu ortamda sosyalleşmeyi sağlayıp bulunduğu mekânın kentsel yaşam içerisindeki konforunu artırmaktadır (Demir, 2018).

Şekil 1. Akıllı ve eko-tek oturma ögesi (URL-1).



Şekil 2. *Connectable Cafe* akıllı ve eko-tek oturma ögesi (URL-2).



Connectable Cafe oturma ögesi

Akıllı kent mobilyalarından olan ve yapısal olarak çelik ile ahşap malzeme kullanılarak tasarlanan, led aydınlatma sistemi ile gece kullanımına da olanak tanıyan *Connectable Cafe* adlı masalı oturma ögesi ve şarj istasyonu, içeriğinde bulunan batarya ile bünyesindeki güneş panelinden sağladığı enerjiyi depolayıp günde 150 kez cihaz şarj etme kapasitesine sahip bir üründür (Şekil 2). Dolayısıyla üniversite kampüslerinde, parklarda, alışveriş merkezlerinin avlularında ve her türlü kamusal açık alanda kullanımı olanaklıdır (Demir, 2018).

Kent ağacı *(City Tree)*

Kentleri karbon-nötr bir geleceğe yönlendirmek için, dünyanın dört bir yanındaki yerel yönetimler, dizel ve benzinli araç yasakları üzerindeki bahislerini koruyor. Ancak fosil yakıtlı hareketliliği ortadan kaldırmak, emisyonları azaltmanın tek yolu değildir. Akıllı sokak mobilyaları ve yenilikçi kentsel altyapı, CO2 sorununa uygulanabilir ve etkili çözümler olarak hızla gelişmektedir. Dresden merkezli Green City Solutions tarafından geliştirilen *CityTree*, 275 ağacın hava kirliliğini emme ve havayı temizleme işlevini etkili bir şeklide yerine getirmektedir. Dört metre yüksekliğindeki ünite, oksijen üreten, havayı serinleten ve kentteki ısı adası etkisiyle mücadele eden yosunlardan oluşan bir canlı duvar niteliğindedir (Şekil 3). Belirlenen sokak mobilyaları da Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisi ve ekili yosun için kendi kendine yeterli ve optimal bir ortam oluşturan güneş panelleri ile donatılmıştır. IoT, canlı duvarın kendi performansını ve ihtiyaçlarını izlemesine izin verirken, güneş panelleri yerleşik yağmur suyu toplama ve sulama sistemine güç sağlamaktadır. *City Tree*'deki dikey bahçe çevresiyle uyum sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

Şekil 3. Kent ağacı (*City Tree*, URL-3)



Akıllı ve Eko-Tek Aydınlatma Öğeleri

Kamusal alanları aydınlatan sokak lambaları, hızlı kentleşme ve değişen teknolojiyle beraber aydınlatma fonksiyonu dışında farklı işlevleri de üstlenmektedir. Temel fonksiyonu bulunduğu ortamda geceleri yayalar ve araçlar için görünürlüğü sağlamak olan aydınlatma öğeleri bu sayede bulunduğu ortamı güvenli ve huzurlu yaparak, kamusal alanların gece kullanımını artırmaktadır. Hızlı kentleşme, nüfusun artması ve dolayısıyla kamusal alanlardaki dağılımın büyümesi kent yönetimlerini tüm alanlara ulaşmada kolaylık sağlayan; uzaktan izlenebilen, kontrol edilebilen, bulunduğu ortamdan bilgiler toplayan akıllı aydınlatma çözümlerine yönlendirmiştir. Akıllı sokak lambaları ile sağlanan düzgün ışık sistemi ile 24 saat yaşayan mekânların oluşturulması kentin kimliğinin tanımlanmasında da etkili olmaktadır (Demir, 2018).

Clover aydınlatma öğesi

Fransız endüstriyel tasarımcı Mathieu Lehanneur, akıllı kent aydınlatması olan Clover'ı tasarlamıştır (Şekil 4a). Yonca biçiminde ve ağaç formunda gövdeye sahip tasarımda güneş panelleri tarafından üretilen enerji; aydınlatma öğesinin led ışıklarını aktif hale getirmektedir. Aydınlatma direğinin alt tarafında yer alan küçük bir kapak sayesinde, güneş enerjisinden sağlanan enerjiyle akıllı telefonlar için Wi-fi ve şarj hizmeti sunmaktadır. Bu ünite, 2015 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı (COP21) vesilesiyle oluşturulmuştur (URL-4).

Şekil 4. a) Clover aydınlatma, şarj, oturma ünitesi, (URL-4), **b)** Vtree güneş ağacı (URL-5).



a **b**

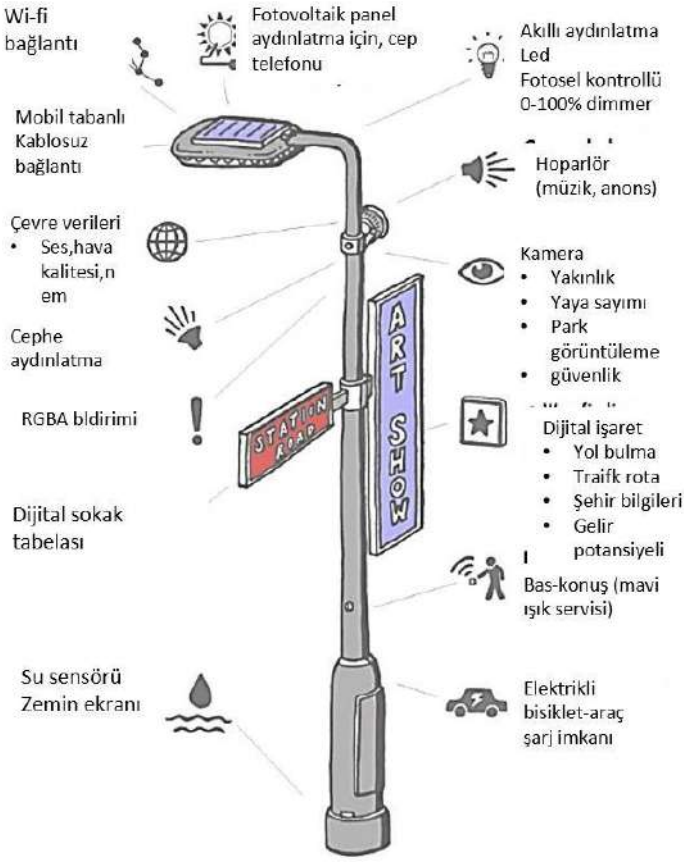
Vtree güneş ağacı aydınlatma öğesi

VTree Enerji firması tarafından tasarlanan ağaç formunda, dallarında aydınlatmaları olan, ağacın kökleri şeklinde oturma kısmı ile doğanın içinden gelen şekilleri geleceğin ve günümüzün teknolojisi ile birleştirmektedir. Birçok yeni nesil akıllı aydınlatma öğesinde olduğu gibi oturma, ücretsiz Wi-fi, akıllı cihazlar için şarj imkanı sunan usb çıkışları, bilgilendirici LCD ekranlar, reklam alanları gibi birçok fonksiyonu kullanıcısına sunmaktadır. Üzerinde bulunan güneş enerji panellerinden aldığı enerjiyi kimyasal enerjiye çevirmekte, aydınlatma ve diğer fonksiyonlar için kullanmaktadır (URL-5).

Akıllı kutuplar *(smart poles)*

Akıllı kutuplar (Smart poles); akıllı aydınlatma direklerine birçok farklı fonksiyon eklenmesiyle ortaya çıkan, akıllı kentlerin yaşam alanlarındaki ihtiyaçlarında büyük bir rol alacağı kabul edilen yeni nesil kent ögelerinden biridir (Şekil 5).

Şekil 5. Akıllı kutuplarda bulunan fonksiyonların gösterimi (URL-6).



Akıllı ve çok amaçlı kutupların sahip olabilecekleri özellikler aşağıda sıralanmıştır:

• Fotovoltaik panellerle enerji depolama,
• Otopark ve trafik yönetimini gerçek zamanlı verilerle iyileştirme,
• Hava kalitesini izleme (ses, Co2, nem vs.),
• Acil durum butonu,
• Su taşkınları durumunda alarm ve yetkili birimlere bilgi verme,
• Elektrikli araçlar için şarj fonksiyonu,
• CCTV kamera, hoparlör, dijital tabela, Wi-fi, yaya trafiği bilgilendirmesi

Akıllı Bisiklet Hizmetleri

Akıllı bisiklet ve araç kiralama hizmetleri

Fransa'nın başkenti Paris'te vatandaşlar cüzi bir abonmanlık bedeliyle veya saatlik kullanım ihtiyaçları kadar bisiklet (Velib) veya elektrikli otomobil (Autolib) kiralama uygulaması mevcuttur. Paris Belediyesi, Velib markasını, Velo (bisiklet) ile Liberte (özgürlük) kelimelerinin

birleştirilmesi ile oluşturmuştur. Sisteme kayıtlı boş araçları ve park alanlarını akıllı uygulama sayesinde rahatlıkla görüp kullanıcı kolaylığı sağlanmakta, kullanım sonrası araçlar uygun olan park yerlerine bırakılmaktadır. Kent genelinde 300 metre aralıklarla 1800 adet Velib istasyonunda toplam 23.600 bisiklet kent sakinine ve ziyaretçilerine hizmet vermektedir (Şekil 6).

Şekil 6. Fransa'daki Velib kiralama makineleri (URL-7)



Autolib ise Paris'teki park etme sorununa ve hava kirliliğine çözüm bulabilmek adına geliştirilmiş kiralık elektrikli araba sistemidir. 2011 yılında ilk kez kurulan *Autolib* sistemi, günümüzde Paris'in 1100 farklı noktasında bulunan istasyonlarda, yaklaşık 4000 adet eletrikli arabayla günde ortalama 16.500 rezervasyon hizmeti vermektedir. Kent içerisinde farklı noktalarda abonelik istasyonları ve arabayı teslim alma noktaları mevcuttur. Elektrikli arabaları, uygun olan araç kiralama istasyonlarında teslim alma ve uygun olan teslim noktalarında teslim etme imkânı mevcuttur. Akıllı telefonlara indirilen uygulamayla arabanın alınacağı istasyonun müsaitlik durumu ve teslim edilecek noktadaki park etme uygunluk durumu bilgisi alınabilmektedir (Şekil 7).

Şekil 7. Akıllı bisiklet ve araç kiralama hizmeti *Autolib* (URL-9)



Akıllı bisiklet şarj ve park öğeleri

Bisikletlerini tren istasyonunda depolamak için güvenli bir yere ihtiyaç duyan bisiklet kullanıcıları için icat edilmiş ve 20 bisiklet kadar kapasitesi vardır. *Cigogne* barınaklar ayrıca, elektrikli bisikletlerin şarj edilmesi ve lastik şişirilmesi gibi diğer hizmetleri de sağlamaktadır. Kent içinde bisiklet kullanımını rahatlatmak ve desteklemek için bu fonksiyona sahip modüllerin konumlandırılması güzel bir uygulamadır. Hava şartlarından zarar görme ve vandalizm açısından bisikletlerin korunması da bisiklet kullanıcıları için düşünülmüştür (Şekil 8).

Şekil 8. Fransa'daki ''Cigogne''bisiklet depolama ünitesi (URL-10)

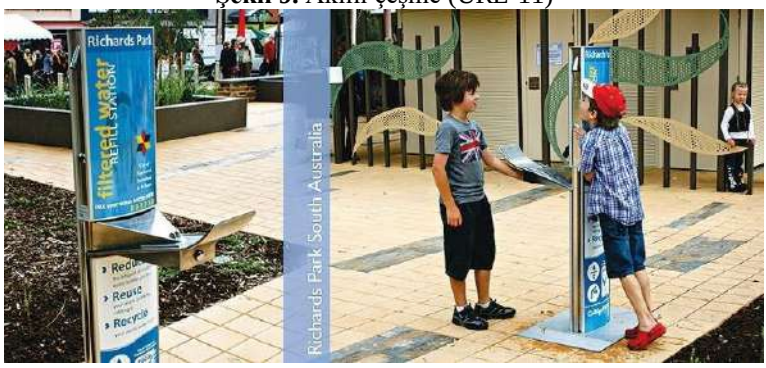


Akıllı Çeşmeler

Su çeşmeleri kent mobilyaları olarak çok eski zamanlardan beri kullanılmaktadır. Çeşmeler eski tarihlerden itibaren, insanların

toplandıkları, sosyalleştikleri alanların başında gelmiştir. Suya ulaşmak günümüzde artık sıkıntı olmaktan çıkınca, meydanlardaki su çeşmeleri de yerini yeni tip mobilyalara bırakmıştır (Şekil 9). Geleneksel çeşmelerin formundan daha sade anlayışa sahip bu su çeşmeleri birçok kentte görülmektedir (Demir, 2018).

Şekil 9. Akıllı çeşme (URL-11)



Akıllı Bilgilendirme Levhaları

Akıllı kent mobilyaları olarak teknoloji altyapısına dayalı ve bulunduğu kente ilişkin istenilen tüm bilgileri sunan çok fonksiyonlu bilgilendirme levhaları mevcuttur. Tepesinde bulunan güneş enerjisiyle çalışan ve gece boyunca aktif olan pano, bulunduğu mekân veya kentle ilgili istenen bilgileri, aktiviteleri veya reklamları kullanıcısına aktarmaktadır (Şekil 10).

Şekil 10. Akıllı bilgilendirme levhaları (URL-12)



Akıllı ve Eko-Tek Zemin Kaplaması

İngiltere'deki Oxford Caddesi yakınlarında yaya kullanımı az olan Bird Caddesi'nde yaya kullanım oranını arttırmayı hedefleyen uygulama ile Pavegen firmasının üretmiş olduğu modüler zemin kaplama malzemesinde yürürken kazanılan kinetik enerji, yola gömülü şekilde duran Bluetooth vericilerine iletilerek enerji kazanımı sağlama sistemine sahip olarak uygulanmıştır. Akıllı yürüme modülü üzerindeki 20 m^2'lik alanda atılan adımlar sayesinde kazanılan enerji, caddenin aydınlatılmasında kullanılmış, adım atan kişiler de Oxford Caddesi'ndeki mağazalarda indirim kazanmışlardır. Bu şekilde kullanıcıyı da teşvik eden ve kullanırken eğlendiren uygulama ile yaya sirkülasyonunun az olduğu mekânların canlanması ve mekânın enerji gereksinimine yönelik alternatif enerji kullanımı için yenilikçi bir uygulamadır (Şekil 11).

Şekil 11. İngiltere'deki akıllı yürüme modülü (URL-13).



Akıllı Otobüs Durakları

Metalco firması tarafından tasarlanan ''Osmose'' isimli akıllı kent istasyonu farklı fonksiyonları bir arada bulundurması ve farklı tasarımı sayesinde Paris sokaklarında dikkat çeken bir kent öğesidir. 3 ana bölümden oluşan istasyonda bir yanda sabit bir kent haritasının ve bilet alınabilen bir kioskun bulunduğu bölüm, orta kısımda oturma bölümü, geceleri kırmızı ışıkla dikkat çeken interaktif bir kent haritası ve otobüsün konumu hakkında bilgi alınabilen göstergeler bulunmaktadır. Diğer yanda ise küçük bir kitaplık ve okuma köşesi, akıllı cihazlar ve elektrikli bisikletler için şarj istasyonu bölümleriyle kent yaşamında birçok hizmeti sunan kompakt bir ürün olarak hizmet vermektedir (Şekil 12).

Şekil 12. Osmose akıllı şehir istasyonu oturma, bisiklet şarj istasyonu bölümleri (URL-14)



Akıllı Kent Tuvaletleri

Paris'te şehrin 400 noktasında 24 saat ücretsiz hizmet veren kent tuvaletleri mevcuttur. 1980 yılında ilk olarak kurulan kent mobilyaları, 2009 yılında yenilenmiş, yağmur suyundan yararlanma gibi çevreci özellikler eklenmiştir. Dikdörtgen şekilli kent mobilyalarının iki kenarı yuvarlatılmış, bir yuvarlak kenarında kapı, diğerinde de musluk mevcuttur. Dış cephesinde kent haritası bulunan, akıllı telefonlara indirilebilen uygulama ile kent tuvaletlerinin nerede bulunduğunu öğrenme imkânı sunmaktadır (Şekil 13).

Şekil 13. Paris'teki şehir tuvaletleri (URL-15)



Akıllı Atık Toplama Sistemi

Akıllı atık toplama sistemi; akıllı kentlerin sundukları uygulamalar arasında hem çevresel yönden göstermiş olduğu etki hem de atıkların ayrışması, geri dönüşümü ve kazanılan finansal etki sayesinde sürdürülebilirlik açısından önem göstermektedir. Akıllı atık toplama

sistemi sayesinde, atık toplayan araçların gereksiz dolaşmaları engellenmekte ve karbon salınımında azalma sağlanmaktadır. Akıllı atık sistemlerinde bulunan kablosuz doluluk algılama sensörleriyle çöp konteynerlerinin doluluk oranlarını anlık olarak ölçüp, M2M (Machine to Machine) teknolojisiyle veri bulut sistemine aktarılmakta, bu veriler sayesinde araçlar için optimize edilmiş günlük atık toplama rotaları oluşturulmaktadır. Araçlarda bulunan navigasyon sistemiyle, araç gerekli noktadan atık toplamakta ve böylece zaman ve enerji kaybı önlenmekte, karbondioksit salınım azalmakta ve çöp maliyetinde %55'e varan azalma görülmektedir (Şekil 14).

Şekil 14. Akıllı atık toplama sistemi (URL-16)



SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya genelinde kentlerde nüfus hızla artmaktadır, bu artış beraberinde küresel ısınma, iklim değişikliği, karbon ayak izinin artışı gibi çevre sorunlarına neden olmaktadır. Kentlerin konforlu, sağlıklı, dünyayı kirletmeyen, karbon tüketimini en aza indiren, kendi kendine yetebilen yeni yaşam alanlarının oluşturulması için kamusal alanlarda akıllı ve eko teknolojik öğeler kullanılmalıdır.

Dünyada pek çok Belediye kamusal alanlarda yenileme çalışmalarına giderek kent mobilyalarının tasarımında teknolojik altyapıya sahip, çevreci, sürdürülebilir malzemelerden yapılmış, gereksinimleri karşılayan, ergonomik tasarımlarla kentsel mekânı kaliteli ve yaşanır kılmıştır. Son yıllarda Dünya'daki kamusal alanların yeniden düzenlenmesi projelerinde kullanılan bu ögeler; akıllı aydınlatma, akıllı otuma ögeleri, akıllı bisiklet paylaşım sistemleri, akıllı şarj istasyonları, akıllı çeşme, akıllı atık toplama sistemleri, akıllı zemin kaplamaları gibi yeni nesil akıllı ve eko-teknolojik kent mobilyalarıdır.

Ülkemizde ise kamusal alanların tasarımında kullanılan kent mobilyalarının genel olarak hâlâ klasik anlayışla tasarlandığı söylenebilir. Akıllı aydınlatma, akıllı banklar, akıllı cihazlar için şarj üniteleri, akıllı atık toplama üniteleri gibi yeni nesil akıllı kent mobilyaları kentsel alanlarda sınırlı sayıda bulunmaktadır. Kentlerde yenilikçi, akıllı ve eko-teknolojik ögelerin kentlinin hizmetine sunulması için altyapıların da buna uygun hale getirilmesi, uzman teknik ekiplerden yararlanılması ülke ekonomisine de katkı sağlayacaktır. Günümüz toplumunun ve kentlinin akıllı teknoloji kullanımı kendisine sunulan diğer belediye hizmetlerinden önde gitmekte, bu noktada günümüz kentlilerinin gereksinimleri karşılanamamaktadır.

Kentsel kamusal alanların düzenlenmesine yönelik öneriler ve değerlendirmeler;

- Alanın düzenlenmesinde alanın özellikleri, kullanıcı gereksinimleri ve teknolojik veriler göz önüne alınmalıdır. Yeni oluşturulacak kamusal alanların tasarımında; alanda bulunacak ögelerin teknolojik altyapıyla birbirine bağlı, kısıtlı kaynakların verimli kullanılıp, yeni kaynakların kente kazandırılması hususlarına dikkat edilmelidir.
- Akıllı ve eko-teknolojik kent mobilyaları tasarımında kentin kimliği ile ilişkili, özgün tasarım yaklaşımı benimsenerek kentin kullanıcılar üzerindeki etkisi arttırılmalıdır.
- Akıllı atık toplama sistemleri yaygınlaştırılmalı, bu anlamda vatandaşlar geri dönüşüm konusunda teşvik edilmelidir. Atık toplama sistemlerinin arttırılmasıyla doğaya salınan sera gazı miktarı azaltılarak küresel ısınmaya karşı önlem alınmalı, atık miktarı azaltılmalıdır. Geri dönüşüm sayesinde çöplüklere daha az atık gitmesi sağlanıp, atıkların taşınması ve depolanması kolaylaştırılmalıdır. Kullanılmış ambalaj vb. değerlendirilip atıkların bir hammadde kaynağı olarak kullanılması ve doğal kaynakların korunması sağlanmalıdır.
- Fosil yakıtlı hareketlilik ortadan kaldırılıp CO_2 sorununa etkili bir çözüm üretmek için, bisiklet kiralama istasyonlarının sayısı arttırılıp, bisiklet kullanımı teşvik edilmelidir.
- Güneşi enerjiye dönüştüren, nesnelerin internetinden faydalanan, yağmur suyunun dönüşümünü sağlayan, havadaki toz, polen ve ışın etkisini azaltan, havayı serinleten, kentteki ısı adası etkisini azaltan, malzemesi tekrar geri dönüştürülebilen, eko-teknolojik, konforlu, estetik ve akıllı kent mobilyalarının sayısı arttırılmalı ve kentlerimiz yaşam kalitesi daha yüksek yerler haline getirilmelidir.

Kentsel kamusal alanlarda akıllı ve eko-teknolojik kent mobilyalarının kullanımına yaygın olarak yer verilmesi; bir yandan kaynakların verimli ve ekonomik kullanımını sağlayacak, bir yandan da kentliye kamusal alan

ergonomisi ve konforuyla birlikte, zamanın çok değerli olduğu hızlı kentsel yaşam içerisinde yavaşlayarak teknolojik gereksinimlerini karşılama olanağı sunacak ve zaman kazandıracaktır.

KAYNAKÇA

1. Çelikyay, S. (2017). Kent İmgelerinin Kamusal Alanı Tariflemedeki Rolü. Kamusal Alanların Mekânsal Organizasyonu, Bartın Üniversitesi Yayın No:30, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No: 01: 19-41.
2. Demir, B. (2018). Kamusal Mekânların Akıllı Kent Mobilyaları Kullanılarak Düzenlenmesi Üzerine Bir Öneri: Maltepe Dolgu Alanı Orhangazi Şehir Parkı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.
3. Dubbeldeman, R., & Stephen, W. (2015). Smart cities: How rapid advances in technology are reshaping our economy and society. Deloitte, The Netherlands, Report, Version, 1.
4. Erdönmez, M. E., & Akı, A. (2005). Açık kamusal kent mekânlarının toplum ilişkilerindeki etkileri. Megaron, 1(1), 67.
5. Fettah, E. (2005). İletişime Yönelik Kent Mobilyalarının Kentsel Açık Alanlardaki Etki Değerlendirmesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İTÜ, 2005, İstanbul.
6. Jackson, J. B. (1987). The public face of architecture: civic culture and public spaces. N. Glazer & M. Lilla (Eds.) The American public space. New York: Free Press, London Collier Macmillan. s. 216.
7. Wolch, J.R., Byrne, J., Newell, J.P. (2014). Urban Green Space, Public Health and Environmental Justice: The Challenge Of Making Cities 'Just Green Enough'. Landscape and Urban Planning. 125: 234-244.
8. Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı Bilgi ve İletişim Teknolojileri Destekli Yenilikçi Çözümler Ekseni Mevcut Durum Raporu, (2013). T.C Kalkınma Bakanlığı ve Mc Kinsey Company, www.bilgitoplumustratejisi.org, Erişim Tarihi: 08.12.2018.
9. Uzgören, G., & Erdönmez, M. E. (2017). Kamusal Açık Alanlarda Mekan Kalitesi ve Kentsel Mekan Aktiviteleri İlişkisi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme. Megaron, 12(1).
10. Yerli, Ö., Özdede, S., Sertaç, K. A. Y. A., Oktay, S. Ö., & Dursun, İ. (2015). Bir "Üst Sokak" Önerisinin Tasarım Süreci. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(1).
11. URL-1. http://www.senergy.rs/smartBench.html/> , Erişim Tarihi: 01.12.2018.
12. URL-2. http://www.theconnectable.com/cafe/>, Erişim Tarihi: 11.12.2018.
13. URL-3.http://www.citytree.com/>, Erişim Tarihi: 05.12.2018.

14. URL-4. http://www.urdesignmag.com/design/2015/12/10/mathieu-lehanneur-designs-solar powered-clover-urban-furniture-for-paris/>, Erişim Tarihi: 13.12.2018.
15. URL-5. http://www.vtree.solar/>, Erişim Tarihi: 05.12.2018.
16. URL-6.http://www.eu-smartcities.eu/initiatives/78/description/>, Erişim Tarihi: 16.012.2018.
17. URL-7.http://www.pariste.net/pariste-ulasim-5-kiralik-bisiklet-velib/>, Erişim Tarihi: 06.12.2018.
18. URL-8.https://www.treehugger.com/cars/new-paris-car-rental-autolib-success-so-far.html> , Erişim Tarihi: 16.10.2018.
19. URL-9. https://www.largus.fr/actualite-automobile/autolib-que-deviennent-les-voitures-electriques-de-bollore-9478394.html, 20.09.2019.
20. URL-10. http://www.parisdelavenir.paris/en/blog-en/>, Erişim Tarihi: 10.12.2018.
21. URL-11. http://*www.aquafil.com.au*, Erişim Tarihi: 07.12.2018.
22. URL-12. http://www.soofa.co/soofa-sign/>, Erişim Tarihi: 05.12.2018.
23. URL-13. https://pavegen.com/wp-content/uploads/2019/05/Pavegen-BirdStreetpressrelease.pdf, Erişim Tarihi: 06.12.2018.
24. URL-14.https://www.designboom.com/design/osmose-a-public-transit-station-by-metalco/>, Erişim Tarihi: 05.07.2019.
25. URL-15. http://www.pariste.net/paris-sehir-tuvaletleri/, Erişim Tarihi: 07.12.2018.
26. URL-16. http://www.endustri40.com/akilli-atik-yonetimi-ve-geri-donusum-sistemleri/>, Erişim Tarihi: 15.11.2018.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

FİZİKSEL ENGELLİ BİREYLERİN ERİŞEBİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ: DÜZCE İSTANBUL CADDESİ ÖRNEĞİ

Identification and Evaluation of the Accessibility of Physically Disabled Individuals: Düzce Istanbul Avenue Model

Rana Nurdan Özdemir & Mehmet Kıvanç Ak
Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü
rananurdanozdemir@gmail.com & mehmetkivancak@duzce.edu.tr

Öz: Türkiye nüfusunun 2019 verilerine göre 82,3 milyon olduğu bilinmektedir (TÜİK, 2019). Engelli bireylerin dağılımı ise %12 civarındadır. Engelli bireyler; sosyal, kültürel, ekonomik ve sağlık hizmetlerinden yararlanabilmek ve yaşam kalitelerini arttırmak için uygun fiziksel şartlara ulaşma hakkına sahiptirler. Erişebilirlik kavramı; aynı ortamı paylaşan bireylerin, eşit şartlarda tüm mekanlara ulaşabilmeleri amaçlanmaktır. Demirkan (2015)'a göre; erişebilirlik, kaldırımlarda, yaya geçitlerinde, parklarda, çocuk oyun alanlarında kamu alanlarında, açık ve yeşil alanlarda, binalarda, ulaşım hizmetlerinde, yalnızca engelli bireyler için değil, hareketlerinde kısıtlılık yaşayan hamileler, yaşlılar, bebek arabalılar, çok uzun ya da çok kısa boylu kişiler yani herkes için önem taşıyan bir gerekliliktir.

Dünyada engelli bireyler için kanunlara yol gösteren ve yapılan uygulamalara belli standartlar kazandıran, önceliği erişebilirlik olan ve tek bir yasa altında birleştirilerek, ABD ve AB üye ülkeler tarafından "Engelliler için Evrensel Standartlar Kılavuzu" ortaya çıkarılmıştır.

Bu çalışmanın amacı; Düzce ilinin en yoğun kullanıma sahip olan İstanbul Caddesi'ne dikkat çekerek, fiziksel engelli bireylerin erişebilirliği, kullanım süresince yaşadığı sorunları, beklentilerini ve bu caddeden yararlanma durumlarını araştırmak ve çözüm önerileri sunmaktır.

Çalışma kapsamında; konu hakkında literatür taraması yapılmış ve arazi gözlem formu doldurularak arazinin, uygunluk veya yeterlilik durumları fotoğraflanmıştır. Ayrıca çalışmanın yöntemi doğrultusunda 80 engelli bireye anket yapılmış, bulgular yüzde olarak belirtilmiştir. Çalışma sonucunda; engelli bireylerin kullanımı için problemli olan noktalar tespit edilmiş, kılavuzda yer alan standartlar ile karşılaştırılmış ve çeşitli öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler; Engelli, fiziksel engelli, erişebilirlik, peyzaj, Düzce

Abstract: According to 2019 data; it is known that the population of Turkey is 82,3 million (TÜİK, 2019). Distribution ratio of disabled individuals by population is around 12% in our country. All people with or without disabilities deserve to "live better" in cities which is planned and designed in accordance with contemporary conditions. Improving the life quality of disabled persons through accessibility is as important as to have equal vital rights with other individuals.

According to Demirkan (2015); within the scope of accessibility, persons with disabilities experience various problems in their physical environment to access

services as education, employment, social participation, communication, knowledge acquisition, social support and health services due to insufficient architectural solutions in private and public buildings and inadequate public transportation systems.

Legal practices for disabled people in the world, have been specified by the US and EU Member States under a single law with the priority of accessibility called as "Universal Standards for Persons with Disabilities".

In this study, it is aimed to draw attention to Istanbul Avenue which is the most widely used by population of Düzce and where it has access to many points in terms of location, social and cultural aspects and to investigate the problems experienced by the physically disabled individuals during their use, to search the expectations of the disabled individuals and their use of this street.

In accordance with the method of the study, a questionnaire was applied to 80 disabled individuals. On-site observations and measurements were made in accordance with to the survey results.

In the result of this study; problematic points were identified for the use of disabled individuals and recommendations were presented.

Keywords; Disabled, physical disability, accessibility, landscape, Düzce

GİRİŞ

Ülkemiz nüfusunun % 12.29' u engelli bireylerden oluşmaktadır. Bu oran 2019 TÜİK verilerine göre yaklaşık 8,5 milyon engelli birey demektir. Engelli bireylerin yaşadığı sorunlar sadece onlarla sınırlı kalmayıp onların öz bakımını üstlenen kişileri veya ailelerini de etkilemektedir. Böylece engelli bireylerin yaşadığı sıkıntılar 32 milyon kişinin yani Türkiye nüfusunun yaklaşık yarısını etkileyen bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Gökçe, 2012).

Engelli bireyler hareket yeteneklerindeki kısıtlılıklar ve çevrede yerel yönetimlerin yetersiz uygulamaları sonucu günlük yaşamlarında zorlanmakta ve kendilerini toplumdan soyutlamaktadır. Bu nedenle toplumsal hayatın her alanında aktif rol almak ve kendilerine yer bulmaları için evlerinden ayrılarak dış mekanlarda vakit geçirmeleri mümkün hale getirilmelidir (Keskin, 2011).

Engelli bireylerin sosyal yaşama katılımlarındaki eşitlik ve özgürlükleri için mekanların ulaşılabilirliği ve erişebilirliği oldukça önem taşımaktadır (Bekçi, 2012). Kentsel yaşamda erişebilirlik konusunda engellilerin tedavi, eğitim ve rehabilitasyon hizmetlerinden faydalanması, istihdam sağlanması, sosyal, kültürel ve sportif faaliyetler göstermesi, mekânların ve ulaşımı erişilebilirliğinin kullanışlı olarak düzenlenmesi ile ilgilidir. Bu nedenle fiziksel çevre ve ulaşım; planlama ve tasarım aşamasından itibaren, engellilerin kullanım ve erişebilirlik gereksinimlerini karşılayabilecek biçimde düzenlenmelidir (Tiyek, Eryiğit, & Baş, 2016).

Çağdaş kentsel gelişmenin ve kentsel ulaşımın temelini yayalar oluşturmaktadır. Tüm yayaların, yaya kaldırımlarında güvenle ve rahatlıkla dolaşımlarını sağlamak için yapısal ve mekansal önlemler alınmalıdır. Yaya kaldırımlarında yaşanan sorunlar; geometrisi, eğimi, genişliği, üzerinde engel olup olmaması, yüksek bordürler, rampa eğimi, kavşaklarda sinyalizasyon durumu, yaya geçitleri, kaplama düzgünlüğü, yol kenarı araç parkları ve trafik hacmi olarak belirtilebilir. Tüm bu parametrelerde yaşanan problemler kent içi trafikte engellilerin daha fazla kazaya maruz kalan kesim olmasına sebep olmaktadır. Özellikle sorun; kaldırımların dar ve düzgün olmamasından kaynaklanır (Ulvi & Kaplan, 2009).

Kaldırımlarda engelli bireyler tarafından yaşanan sıkıntılar birçok eksiklikten kaynaklanmaktadır. Toplumumuzda erişebilirlik dendiğinde sadece tekerlekli sandalye kullanan bireyler için yapılan rampa ve görme engelli bireyler için hissedilebilinir hassas yüzey (HHY) akla gelmektedir. Bu algı eğitimsizlikten kaynaklanan yanlış bir sonuçtur. Son yıllarda yapılmaya başlanan engelli erişimi ile ilgili düzenlemelerin çok azı doğru detay malzeme ile uygulanmaktadır (Arkitera, 2018).

Ülkemizde yapılan gözlemler fiziksel çevrenin sadece engelliler için değil, engelsiz bireyler içinde rahat dolaşım ve kullanımı zorlayan, hatta sakatlanmalara sebep olabilecek mimari engellerle dolu olduğunu göstermektedir. Engelliler için yapılan çalışmalar, onların engelsiz bireyler ile bir arada, bağımsız ve özgürce yaşamlarını sürdürebilmeleri için, engellerden arınmış, tüm bireyler için ulaşılabilir ve kullanılabilir ortak bir fiziksel çevre yaratılmasının en doğru çözüm olduğunu ortaya koymaktadır (Bekiroğlu, 2002).

Engelli bireylerin, kendi kendine yetebilmelerinin sağlanması, fırsat eşitliğinin gerçekleştirilmesi ve topluma aktif ve üretken bireyler olarak katılımlarının sağlanması, kendilerinin ve ülkemizin geleceği açısından büyük önem taşımaktadır (Eşkil, 2011).

Büyükşehir belediyeleri, ilçe belediyeleri, belde belediyeleri ile kamu kurumlarının sorumluluk alanlarında yapılacak kentsel ve mimari ölçekteki tüm çalışmaların, engelliler için "Evrensel Standartlar Kılavuzu"ndaki ilgili kriterleri esas alınarak yapılması gerekmektedir. Düzce'nin ilçesi Akçakoca'da; Kaymakamlık, Doğu Marmara Kalkınma Ajansı (MARKA) ve Akçakoca Belediyesi ile birlikte hayata geçirilen "Engelsiz Kent Akçakoca Projesi" yapım çalışmaları 15 Haziran 2013'te başlamış olup, halen 2019 yılı itibariyle devam etmektedir (Anonim, 2013). Bir başka çalışma ise; Sabancı Üniversitesi'nde "Engelsiz Türkiye İçin Yolun Neresindeyiz?" adıyla yapılmıştır. Bu çalışmanın raporuna göre; Türkiye'de engelliler kaldırımlara %66,9 oranında erişememekte, %55-60 oranında da yaya geçitlerine erişememektedir. Dolayısıyla market, mağaza, lokanta, kamu binası, postane

ve banka gibi özel kamu alanlarına erişmede problem yaşamaktadırlar (Sabancı Üniversitesi, 2013).

Düzce'de kent merkezinde engelli erişimi ile ilgili çeşitli çalışmalar yer almaktadır. Bunlar çoğunlukla görme engelliler için; hissedilebilir hassas yüzeylerin yer aldığı kılavuz plak taşlar ve fiziksel engelli bireyler için ise rampalar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çalışmanın amacı; yoğun sirkülasyona sahip olan İstanbul Caddesi'nde yapılan uygulamaların, yeterlilik ve erişebilirliğine dikkat çekmektir. Çalışma alanı; Düzce'nin en yoğun yaya sirkülasyonuna sahip olan İstanbul Caddesi'dir. Konumu itibariyle; bünyesinde işyeri alanları, kamu binaları, alışveriş merkezleri, bankalar, açık ve yeşil alanlar vb. bulunmaktadır. Caddede yapılan uygulamalar son birkaç yıldır oldukça değişiklik göstermektedir. Bunun nedeni olarak; artan nüfus, bisiklet ve araç trafiği olarak gösterilmektedir. Çalışma yöntemi doğrultusunda; engelli bireylerin erişebilirlik sorunlarını ortaya koymak amacıyla 80 engelli bireye anket çalışması yapılmıştır. Çalışma sonucunda; yetersiz veya uygunsuz görülen alanlar kılavuz standartlar ile karşılaştırılmış ve çeşitli öneriler geliştirilmiştir. Engelli ve engelsiz tüm kullanıcılar açısından eşit hak ve şartlar içerisinde erişebilirliğinin sağlanması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Düzce ili Batı Karadeniz Bölgesinde 2567 km² yüzölçümüne ve 150 m. rakıma sahiptir. Nüfus yoğunluğu TÜİK 2019 verilerine göre; 387.844 olurken, 194.051 erkek, 193.793 kadın nüfusuna sahiptir. Nüfus artış hızı yıllık 26,7 olarak belirtilmiştir. Nüfus yoğunluğu Türkiye'nin 107/km2 iken Düzce'nin 151/km2 olmaktadır (TÜİK, 2019). Düzce'de 2015 verilerine göre engelli birey sayısı Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı tarafından yapılan çalışma sonucu 793 kişidir. Bu rakamın 312 kişisi ise fiziksel engelli kişi olarak belirtilmiştir (Anonim , 2015).

Araştırmanın ana materyalini; Düzce'nin kent merkezinde bulunan ve en işlek caddesi olan İstanbul Caddesi oluşturur. İstanbul Caddesi'nin uzunluğu 3,8 km'dir. Araştırma alanı ise; 2 km'lik bir bölümü kapsar (Şekil 1 ve Şekil 2). Bu alan; caddenin en yoğun kullanım alanına sahip olup; bünyesinde kamu binalarını, bankaları, işyerlerini, kent meydanını, çeşitli park ve rekreasyon alanlarını barındırmaktadır. 2015 yılında Düzce'de yapılan bir çalışmada engellilerin erişebilirliği gözlemlenmiş ve İstanbul Caddesi en yoğun kullanıma sahip olan cadde olarak belirlenmiştir (Kaya, 2015).



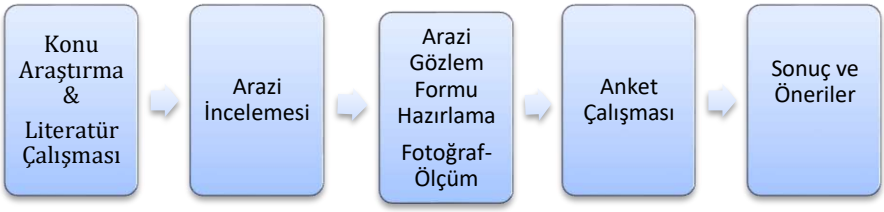
Şekil 1 : Türkiye, Düzce (Google Earth, 2019)



Şekil 2 : Düzce İstanbul Caddesi (Google Earth, 2019)

Araştırma beş bölümden oluşmaktadır;

- İlk bölümü konu araştırması ve literatür taraması oluşturur.
- Araştırmanın ikinci bölümünde arazi incelemesi yapılmış, engellilerin erişebilirlik açısından yaşayabileceği sorunlar arazi şartlarında tespit edilmiştir.
- Araştırmanın üçüncü bölümünde arazi gözlem formu hazırlanıp, doldurularak bu materyallerin yeterlilikleri üzerine değerlendirme yapılmıştır. Gözlem ve ölçümler yapılıp alan fotoğraflanmıştır.
- Araştırmanın dördüncü bölümünde 80 engelli bireye, anket çalışması gerçekleştirilmiş, tespit edilen sorunlu unsurlarla ilgili memnuniyet anketi yapılmıştır.
- Araştırmanın son bölümünde, arazi gözlem formunda ve anket sonuçlarında yetersizliğinin tespiti yapılan sorunlu alanlara uygun öneriler geliştirilmiştir. Düzce kentinin populasyonu en yüksek caddesinde daha rahat, güvenli, konforlu erişebilirlik sağlamaya yönelik engelli ve engelsiz tüm kullanıcılara uyumlu öneriler geliştirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3: Çalışma Şeması

BULGULAR

Araştırmada, alandaki mevcut durumu ortaya çıkarmak açısından literatür çalışması doğrultusunda arazi gözlem formu hazırlanmıştır. Araştırma alanı olan İstanbul Caddesi'nde son 2 yıl içerisinde yerel yönetimler tarafından çeşitli uygulamalar yapılmıştır. İlk olarak Kasım 2017'de tramvay projesi yapılmış ve caddenin araç ve yaya sirkülasyonu açısından en işlek bölgesi trafiğe kapatılmıştır. Yapılan bu uygulama ile yaklaşık 1 km. uzunluğundaki belediye binası ile alışveriş merkezi arası tramvay hattına terk edilmiştir. Fakat 1 sene sonra kullanımı iptal edilmiş ve cadde, araç trafiğine tekrar açılmıştır. Çalışma alanında son olarak; 2019 yılı Kasım ayında bisiklet yolu planlaması ile cadde son halini almıştır. Araştırma alanında elde edilen veriler; "Engelliler için Evrensel Standartlar Kılavuzu"nda yer alan veriler ile kıyaslandığında aşağıda yer alan bulgular ortaya çıkmıştır.

Yaya Yolları: Engelsiz bir yaya yolu; en az 1,5 m, en ideal 2,0 m genişlikte olmalıdır. Kaldırım genişlikleri otobüs duraklarında 3,0 m ve dükkân önlerinde minimum 3,5 m olmalıdır. Yaya kaldırımlarının en ideal eğimi %2 olmalıdır, dükkân önlerinde 3,5 m, otobüs duraklarında 3 m olmalıdır (Özida, 2008).

Düzce İstanbul Caddesi yaya yollarının genişlikleri 1,5 m ile 4 m arasında değişkenlik göstermektedir. Ölçümler sonucu değerlere bakıldığında standartlara uygun bulunmuştur fakat yaya kaldırımları sirkülasyonun yüksek olduğu noktalarda üzerinde bulunan birçok kısıtlayıcının varoluşu sebebiyle kullanım alanı açısından erişebilirlik sorunları yaşanmaktadır. Bu kısıtlayıcılar; dükkanların çıkarttıkları ürünler, park halindeki bisiklet ve motosikletler, sık aralıkla yerleştirilen aydınlatma direkleri olmuştur. Yaya yolları sirkülasyonu yüksek yerlerde, hissedilebilir hassas yüzey (HHY) bulunurken, 3,8 km uzunluğundaki caddenin kullanım yoğunluğun azaldığı bölgelerde yaya kaldırımı, yer zemin döşemesinin, HHY' in yapılmadığı gözlemlenmiştir. Yaya kaldırımlarında kaymayı engelleyen döşeme kaplaması kullanılmalı, yeraltı tesisat rögar kapaklarının yükseklik oluşturmaması da oldukça önemlidir (TS12576, 2013). İstanbul caddesinde

yer zemin kaplaması olarak birçok alanda kayrak taşı kullanılmıştır. Kayganlığı özellikle ıslak zeminde sorun oluşturmaktadır.



Şekil 4: Yaya yollarındaki kısıtlayıcılar



Şekil 5: Yaya yollarındaki kısıtlayıcılar



Şekil 6: Yaya yollarındaki kısıtlayıcılar



Şekil 7: Yaya yollarında bozuk satıh

Rampalar: Düzce'de tespit edilmiş ve engelli bireyler için yapılan rampaların en büyük sıkıntısı istenilen malzemede, genişlikte, eğimde ve yol devamlılığı açısından süreklilikte olmaması durumudur. Rampa yüzeyi; sert, stabil, kaymaz ve çok az pürüzlü malzeme ile kaplanmalıdır. Yüzeydeki pürüzlülük yüksekliklerinde 2 cm' den büyük farklılık olmamalıdır. Tekerlekli sandalye kullanan engelli bireylerin, yaşlıların, baston ve bebek arabası kullanan annelerin de, rampalar konusunda yaşadığı sıkıntılar gözlemlerle belirlenmiştir. Rampaların üzerinde bulunan levhalar, aydınlatma ve elektrik direkleri geçişlere engel olmaktadır. Rampa eğimlerinin bazen çok dik olması sebebiyle tek başına kullanımda zorlanıldığı, destek alarak kullanıldığı gözlemlenmiştir. Rampa eğimleri %8'i geçmemelidir (TS12576, 2013).



Şekil 8: Korkuluksuz rampa



Şekil 9: Rampadaki elektrik direkleri



Şekil 10: Rampada kaygan zemin



Şekil 11: Rampasız zemin geçişi

Yaya Geçitleri: Yaya geçitlerinde gözlenen sorunlar; yol üzeri araç ve bisiklet parkları, yüzeydeki belirleyici çizgilerin bakımsızlığı, engelli rampasının bulunmayışı, elektrik, aydınlatma direklerinin sıklığı sonucu hareket kısıtlılığından oluşmaktadır. Taşıt yolu ve kavşaklarda yaya geçitleri bordür taşı ile kesilmemeli ve yol seviyesine kadar %8 eğimli rampa yapılmalıdır (TS12576, 2013). Ayrıca mevcut alandaki yaya geçitlerinde; görme ve duyma engelliler için sinyalizasyon ve trafik ışıkları bulunmamaktadır.



Şekil 12: Yaya geçitleri



Şekil 13: Bozuk satıh ve engeller



Şekil 14: Hatalı yaya geçitleri



Şekil 15: Yaya yollarında bozuk zemin

Engelli Otoparkları: Engelliler için otopark düzenlemesi tüm araç parklarına göre % 5 oranında uygulanması yönündedir. Kolay okunabilir levhalarla park yerine kadar işaretlenmelidir (TS12576, 2013). Alandaki araç parkları, mevcutta yol kenarında belediye tarafından ücretli olarak işletilmektedir. Bisiklet yolunun açılması ile caddenin bir bölümünde araç park yasağı uygulanmaktadır. Ayrıca; çalışma alanında ve devamında yeterli sayıda engelli otoparkı tespit edilememiştir.



Şekil 16: Hatalı konumlandırılmış bisiklet parkı



Şekil 17: Yaya geçitleri

Kent Mobilyaları: Yaya kaldırımları üzerinde, çöp kutularının yetersiz, bakımsız, tasarım olarak uygun, yuvarlak hatlar içermediği gözlenmiştir. Oturma yerlerinin bazıları uygun yükseklikte standartlarda ve erişebilirlikte olmadığı gözlenmiştir, çeşmelerin engellilerin kullanımına uygun olmadığı 75 cm ila 120 cm yükseklikte olması gerekmektedir. Aydınlatma ve elektrik direklerinin boyutları çeşitlilik göstermektedir, sık aralıklarla, rampa üzeri, yaya geçitleri gibi yanlış yerlerde konumlandırıldığı gözlemlenmiştir. Yerden yüksekliği 120 cm olan toplu taşıma bilet satış noktaları bankosu yüksek bulunmuştur. Engelli bireyler için satış bankoların yüksekliği 0,9 m ila 1,2 m arasında erişebilir olmalıdır (TS12576, 2013).



Şekil 18: Otobüs bilet satış gişeleri



Şekil 19: Kısıtlayıcı çeşitliliği

Açık ve Yeşil Alanlara Ulaşım: Konum olarak kent merkezinde bulunan Avni Akyol Parkı erişebilirlik konusunda uygun rampa ile girişi sağlanmış fakat uygun korkuluk, tırabzanlar eklenmemiştir. Park içindeki yaya yolu zemin döşemesinin yanlış seçimi engelli bireylerin kullanımına uygun olmaması nedeniyle sorun oluşturmaktadır. Yaya yolları genişlikleri 1,5 m altında ve zemin döşeme farkından doğan rampalar uygulanmamıştır. Oturma elemanlarının parklarda yeterli sayıda olduğu fakat engellilere uygun standartlarda olmadığı gözlemlenmiştir. Avni Akyol Parkı konum olarak şehrin tam ortasında Kent Meydanı'nın yanında bulunması kentin açık ve yeşil alan ihtiyacı açısından doğru konumlandırılmıştır. Gölgelendirme elemanlarının bakımsızlığı dikkat çekmektedir. Oyun aletleri sınırlı sayıda ve engelli çocuklara yönelik oyun aleti bulunmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil 20: Oyun alanları



Şekil 21: Yaya yolları

Toplu Taşıma İndirme Bindirme Yerleri: Toplu taşıma duraklarında belirli bir standarda uyulmadığı gözlemlenmiştir. İstanbul Caddesi'nin tamamında 5 farklı tasarımda otobüs durağı yer almaktadır. Engelli bireylerin de kötü hava şartlarında sığınabilecekleri bir alan ayrılmadığı, bazılarının çok bakımsız olduğu ve uygun yüzey kaplamasıyla yönlendirilmediği gözlemlenmiştir.

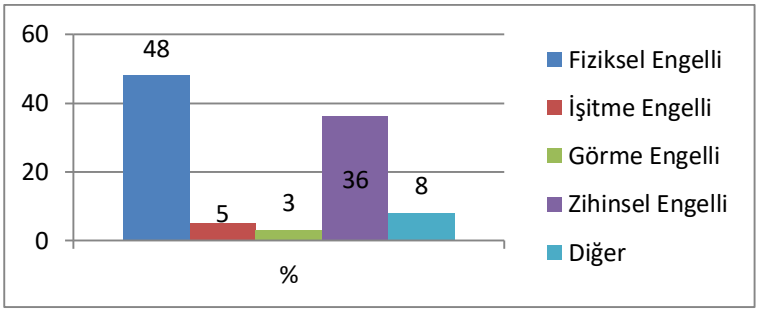


Şekil 22: Otobüs durakları

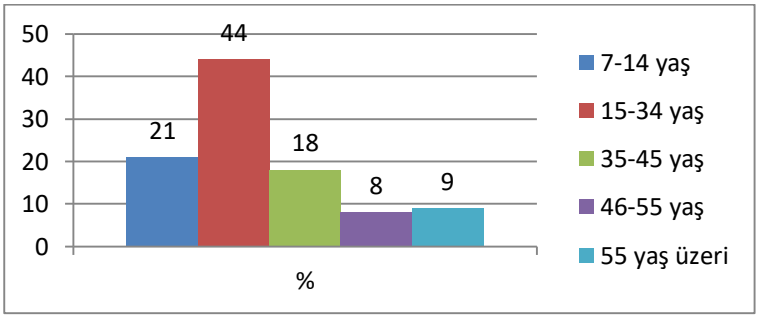
Alanda yapılan yerinde gözlem çalışması sonrasında ayrıca yöntem aşamasında da belirtildiği üzere, kullanıcı grubuna anket çalışması uygulanmıştır. Kullanıcı grubu; 80 kişilik engelli bireylerden oluşmaktadır.

Anket çalışmasının ilk bölümünde katılımcıların demografik yapısı sorgulanmıştır. İstatistik verileri yüzde olarak hesaplanmış ve aşağıdaki tablolarda belirtilmiştir (Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4).

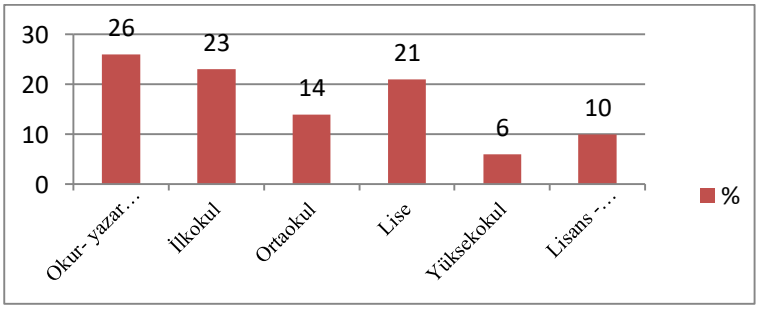
Tablo 1 : Katılımcıların Engelli Durumları



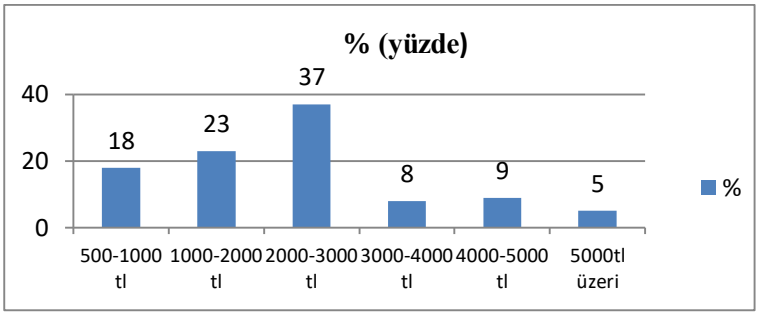
Tablo 2 : Katılımcıların Yaş Dağılımı



Tablo 3 : Katılımcıların Eğitim Durumları



Tablo 4 : Katılımcıların Gelir Durumları



- Katılımcı oranlarına bakıldığında; engelli **kadın bireyler %52,** engelli **erkek bireyler %48** olarak belirlenmiştir. Bireylerin çalışma durumları ise eşit olarak ortaya çıkmıştır.
- Fiziksel engelli bireyler diğer engelli bireylere göre **%48** oranı ile en yüksek katılımı göstermiştir.
- Yaş dağılımına bakıldığında ise; 15-34 genç yaş aralığı, **%44** ile en yüksek oranı elde etmiştir.

Anketin ikinci bölümünde; katılımcıların kent merkezine gitme sıklıkları ve İstanbul Caddesi'nin erişebilirliğini değerlendirmeleri istenmiştir. Sorulardan erişebilirliğin en uygun olduğu cadde **%62** tercih oranı ile İstanbul Caddesi olarak ortaya çıkmıştır.

Araştırmanın ana materyali olan İstanbul Caddesi'nin erişebilirlik açısından katılımcıların değerlendirme oranları Tablo 5'de gösterilmektedir.

Tablo 5: Anket sonuçlarına göre; İstanbul Caddesi erişebilirlik oranları (%)

İstanbul Caddesi Erişebilirlik Değerlendirmesi	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum
1. Kaldırım genişliklerinin yetersiz	23,8	13,8	62,5
2. Kaldırımların üzerinde hareket etmeye elverişsiz	22,5	3,8	73,8
3. Kaldırım yükseklikleri engelliler için kullanımına uygun değil	12,5	12,5	75,0
4. Yaya kaldırımların da ki döşeme malzemelerinin uygun değil	7,5	8,8	83,8
5. Yollardaki kaldırım rampaları yetersiz	6,3	13,8	80,0
6. Rampalar engellilere uygun standartlarda değil	6,3	18,8	75,0
7. Yaya geçitleri yetersiz	9,0	11,5	79,5
8. Sinyalizasyon yetersiz	8,8	12,5	78,8
9. Yönlendirme levhalarının eksik	10,0	20,0	70,0

10. Yaya yolları yönlendirmeyi sağlayacak şekilde uygun değil	10,0	27,5	62,5
11. Yollar bakımsız, tümsekli ve çukurlu elverişsiz	6,3	20,0	73,8
12. Toplu taşıma araç duraklarının az sayıda	22,5	23,8	53,8
13. Toplu taşıma araç duraklarının yerlerinin birbirine uzak olması	22,5	21,3	56,3
14. Oturma elemanları yetersizliği	17,5	16,3	66,3
15. Oturma elemanlarının engelliler için gerekli standartlarda değil	11,3	15,0	73,8
16. Aydınlatma elemanları yetersiz	27,5	21,3	51,3
17.Çöp kutuları yeterli sayıda ve ergonomide değil	12,5	20,0	67,5
18.Çeşme ve ya su kaynakları yeterli sayıda ve ergonomide değil	7,5	20,0	72,5
19.Kamu binalarına, Özel Kamusal Binalara ve Alışveriş Merkezlerine erişebilirlik yetersiz	15,0	21,3	63,8
20.Engelli otoparkları yeterli sayıda ve sıklıkta değil	5,0	21,3	73,8

Anket kapsamında; deneklere çeşitli sorular yöneltilmiştir. Bu bağlamda, elde edilen veriler doğrultusunda önemli görülen bulgular şu şekilde sıralanabilir;

- Katılımcılar; yaya yollarının yeterliliği ile ilgili yöneltilen sorulara ortalama olarak %73,7 oranında, kullanım sırasında sorun ile karşılaşıldığı sonucunu paylaşmışlardır.
- Rampalar ile ilgili yeterlilik sorusuna; katılımcılar %80 ile önemli bir oranda yetersiz bulduklarını belirtmişlerdir. %75 oranı ile de rampaların standartlara uygun olmadığını belirtmişlerdir.
- Katılımcılar tarafından yaya geçitleri %79,5 oranla yetersiz, sinyalizasyon durumu da %78,8 oranla yetersiz sonucuna varılmıştır.
- Toplu taşıma araç duraklarının yetersiz olduğunu düşünenler %53,8 iken, %23,8'i yeterli, %22,5'i ise kararsız sonucuna varmıştır. Bu sonucun sebeplerine bakıldığında otobüs gibi toplu taşıma araçlarını kullananların sayısı %34 olduğu görülmüştür.
- Özel araç kullananların oranı %26'dır. Engelli otoparkları ile ilgili yeterlilik sorusuna ise; %73,8 oranı ile yetersiz yanıtı verilmiştir.
- Kent merkezinde kamu daireleri, özel kamu alanlarının, işyerlerinin ve alışveriş merkezi gibi alanların erişebilirlik sorusuna alınan yanıtlarda katılımcılar; %63,8 oranla yetersiz, %21,3 oranla ise kararsız kalmıştır.
- Kent Parkları, meydanlar, Avni Akyol Parkı'na ulaşım konusunda yeşil alan kullanımları ve yeterliliği sorusunda ise, %60

oranında açık ve yeşil alan kullanımlarının yetersiz olduğu katılımcılar tarafından belirtilmiştir.

SONUÇ

Sonuç olarak; çağdaş kentlerin oluşumunda doğru tasarım ve planlamanın ne denli etkin olduğu, günümüzde birçok çalışmada irdelenmiştir. Çağdaş kent kavramının içeriğini dolduran en önemli gösterge ise kuşkusuz erişilebilirliktir. Çalışmanın amacı doğrultusunda ele alınan Düzce ili, İstanbul Caddesi'nin süreklilik, sürdürülebilirlik ve erişilebilirlik açısından yeterli olmadığı elde edilen bulgular ile ortaya konulmaya çalışılmıştır. Düzce'nin topoğrafik yapısının avantajı düşünüldüğünde, kent merkezinin çok kısa bir zaman diliminde "Engelsiz Kent Projeleri"ne uygulama alanı olabileceği öngörülmüştür.

Yapılan anket çalışması ve gözlem formundan elde edilen veriler doğrultusunda verilebilecek öneriler şu şekilde sıralanabilir;

- Yaya kaldırımları; ölçümler sonucu uygun genişliklere sahip olduğu gözlemlenmiştir fakat kaldırımların üzerindeki kısıtlayıcı materyallerin yoğunluğu nedeniyle ulaşım elverişsizdir. Aydınlatma direklerinin sıklığı, bisiklet ve motor parkı olarak yaya yollarının kullanılmaması, özellikle bisiklet ve motorlar için park yerleri yapılmalıdır. Yer döşemesi olarak kaygan olmayan yüzeyler tercih edilmelidir.
- Rampalar; standartlara uygun eğim ve genişlikte olmalıdır. Rampaların geçiş güzergahında konumlandırılmış aydınlatma direkleri kaldırılmalıdır. Yükselen eğimlerde korkuluk konulmalıdır. Rampa başlangıç ve bitişi hissedilebilinir hassas yüzeylerle belirtilmelidir. Rampa uygulamalarında uygun yer döşemesi ve kaymaz yüzey tercih edilmelidir.
- Açık ve yeşil alanlarda; oturma alanları yanında engelli bireyler için 1,2 m'lik alan ayrılmalıdır.
- Çeşmelerin; su içilebilir yüksekliği 90 cm'de olmalıdır. Bu alanlardaki zemin yükseklik farklarında ise uygun eğimli rampalar yapılmalıdır.
- Engelli otoparkları; levhalarla belirtilmeli, sayıca arttırılmalıdır.
- Sirkülasyon boyunca sinyalizasyon uygulanmalıdır.
- Dinlenme alanları ve gölgeliklere bakım yapılmalıdır. Bu alanlarda engelli bireyler için de yer ayrılmalıdır.
- Oyun alanlarına engelli çocuklar için de oyun aletleri eklenmelidir.

- Bisiklet ve motosikletler için park yerleri yapılmalı ve yönlendirilmelidir.

Engelli bireylerle yapılan anket çalışması sonuçları değerlendirildiğinde; bazı bireylerin öz bakımını üstlenen kişiler ve aileleri de anket süresince görüşlerini bildirmişlerdir. Aileler ve engelli bireylerin sözlü olarak belirttikleri ortak konu şu şekilde özetlenebilir;

Yaşanan fiziksel zorlukların önüne geçebilmek için, zaman içerisinde kanunlar dahilinde çeşitli yaptırımlar uygulanarak, engelsiz ve erişilebilir bir kent anlayışı ile çözüme ulaşılabilir. Fakat bireylerin yaşadığı psikolojik sorunların çözümü oldukça zordur. Kişilerin farklılıklarından ötürü ayrıştırıcı, ötekileştiren ve eve hapseden bir anlayışın benimsenmesi, engelli bireylerin sorunlarını daha da artırmakta ve dışlanmalarına sebep olmaktadır. Bu bağlamdaki beklentileri ise; engelsiz bireylerin duyarlılığının artırılması yönünde projelerin ortaya konulması, uygulanması ve toplumda hep beraber saygı ve sevgi çerçevesinde yaşamaktır.

Bilinçli toplum eğitimle oluşturulur. İyi eğitim alan kişilerin ise karar alan mekanizmalarda, yerel yönetimlerde bu bilinçle görev alması, yasal ve yönetsel kılavuzlara uygun projelere imza atması gerekmektedir. Bu bağlamda; engelli bireyler için de erişebilirliğin sağlandığı çalışmalarla; bölge şartlarına, iklimine ve doğasına uyumlu, erişebilirliği yüksek uygulamaların yapılması önemli gerekliliklerdir.

Kaynakça

Anonim . (2015). http://www.duzce.bel.tr/upload/tr/dosya/icerikyonetimi/210/22032012155616. adresinden alınmıştır

Anonim. (2013). Engelsiz kent Akçakoca projesi. *www.haberler.com/engelsiz-kent-akcakoca-projesi*.

Arkitera. (2018). Erişilebilirlik mi Dediniz? Erişim Tarihi: 11 Ağustos 2018,. *ARKİTERA*.

Bekçi, B. (2012). FİZİKSEL ENGELLİ KULLANICILAR İÇİN EN UYGUN ULAŞIM AKSLARININ ERİŞEBİLİRLİK AÇIDAN İRDELENMESİ: BARTIN KENTİ ÖRNEĞİ. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*.

Bekiroğlu, S. (2002). *Peyzaj Düzenlemelerinde Özürlülerin Kullanımları İle İlgili Sorunların Saptanması.* İstanbul: İstanbul Üni.

Çağlar, S. (2012). Engellilerin Erişebilirlik Hakkı ve Türkiya de Erişebilirlikleri. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, cilt 61 sayı 2,541-598.

Demirkan, H. (2015). Mekanlarda Erişebilirlik, kullanılabilirlik ve yaşanabilirlik. *Dosya 36*.

Eşkil, Ö. (2011). *Engelliler İçin Dış Mekan Tasarım Özellikleri Bağlamında Ankara Kent Parklarının İrdelenmesi.* Bartın.

Gökçe, D. (2012). *Antalya Atatürk Kültür Parkı Örneğinde Parkların Engelli Bireyler Tarafından Kullanım Olanakları.* Antalya.

Kaya, S. (2015). *Düzce Kent Yollarında Engelli Erişebilirliği.* Düzce.

Keskin, N. (2011). *Engellilere Yönelik İzmir İli Bornova İlçesi Örneğinde Kentsel Yeşil Alan Standartlarının İrdelenmesi.*

Özida. (2008). *Yerel Yönetimler İçin Ulaşılabilirlik Temel Bilgiler Teknik El Kitabı.* Ankara: Başabakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı Yayınları No:49 ISBN 978-975-19-4679-9.

Sabancı Üniversitesi. (2013). *Sabancı Üniversitesi Yayınları ISBN: 978-605-4348-46-6.* İstanbul: Sabancı Üniversitesi Yayınları.

Tiyek, R., Eryiğit, B. H., & Baş, E. (2016). ENGELLİLERİN ERİŞİLEBİLİRLİK SORUNU ve TSE STANDARTLARI. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi* , sayı

TS12576. (2013). Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

TÜİK. (2019). *www.tuik.gov.tr*.

Ulvi, H., & Kaplan, H. (2009). Ankara: TC BAŞBAKANLIK ÖZÜRLÜLER İDARESİ.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

TOPLUMU DEPREME HAZIRLAMAK İÇİN GELİŞTİRİLEN ÖNERİLER

Suggestions Developed to Prepare the Society for the Earthquakes

Fahri Apaydın
(Prof. Dr.) Yalova Üniversitesi, İ.İ.B.F., fahri.apaydin@yalova.edu.tr

Öz: Deprem ülkemiz için önemli bir olgudur ve ülkenin büyük bir bölümü deprem riskini taşımaktadır. Gerek devlet gerekse toplum depreme yönelik bir takım hazırlıklar yapsa da bu hazırlıkların yeterli olduğu söylenemez. Bu araştırmada toplumu depreme hazırlamak için öneriler geliştirilmekte ve bu önerilerin toplum tarafından nasıl karşılandığı araştırılmaktadır. Anket yoluyla veriler toplanmış ve SPSS programı ile analizler yapılmıştır. Araştırma sonuçlarında toplum tarafından da kabul gören öneriler şunlardır: 1. Bütün binaların girişine binayla ilgili bilgileri (yapım yılı, yapan, vb.) içeren bir künyenin herkesin görebileceği şekilde asılması, 2. Kiraya verilecek ve satılacak konutların ve iş yerlerinin bulunduğu binalar için depreme dayanıklılık testinin yapılmasının zorunlu tutulması, 3. Belirli yükseklikten fazla olan binalardaki konutlar için ilave vergilerin getirilmesi ve 4. Toplum deprem konusunda daha fazla bilgilendirilmesidir. Araştırmaya katılan kişiler devletin ve toplumun deprem için yeterli hazırlık yapmadığını düşünürken devletin yapacağı yasal düzenlemelerle ilave zorlayıcı tedbirler alması gerektiğini düşünmektedirler.

Anahtar kelimeler: Deprem, devlet, depreme hazırlık, bina tüketimi

Abstract: Earthquake is a significant phenomenon in our country and most parts of the country is under the risk fo earthquakes. Although both the government and the society make preparations for the earthquakes, they are not sufficient. In this study suggestion to prepare the socity for the eathquakes have been developed and how the society consider these suggestions is explored. The data have been collected via questionnaire and analyziz have been done using SPSS. First, it should be made compulsive for the owners of the estates when they sell or rent their estates to certificate that the estate is resistant to earthquakes by the government. Second, the government should make it obligatory to hang a tag on which information about the building such as construction date at the entrance of each building so that people could be informed about the building. Third, extra tax should be imposed to the buildings which are higher than usual ones to decrease demand for high buildings. Lastly, the society sould be informed more about the earthquakes. While the people attended to the survey think that the government and the society do not prepare fort he eartquakes sufficiently, they believe that the government sould make amendments to force the the society to prepare for the earthquakes.

Keywords: Earthquake, preparing for the earthquakes, consuming buildings

GİRİŞ

1903 yılından itibaren Türkiye'de Richter ölçeği ile 5'den büyük 119 adet deprem meydana gelmiş ve bu depremlerde 82448 kişi hayatını kaybetmiş ve 583852 bina hasar görmüştür (http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/buyuk-depremler/, erişim: 29.10.2019). Bu depremlerde yaralanan kişilerle ilgili istatistiğe ise ulaşılamamıştır. Ancak oldukça çok sayıda fazla kişinin yaralandığı düşünülmektedir. Bu rakamlar depremin ülkemiz için büyük bir risk oluşturduğu ve gerek can kaybı gerekse maddi zararın hesaplanamayacak kadar yüksek olduğunu göstermektedir.

Türkiye'nin önemli bir alanı ve buna bağlı olarak da nüfusun büyük bir kısmı risk altındadır (Kundak ve Türkoğlu, 2007; Kaptan, 2013; Çona vd., 2017). Aşağıda en riskli olan iller "birinci derece riskli deprem bölgeleri" olmak üzere sınıflandırılmıştır (menemenhaber.com.tr, 29.10.2019). 1. Derece Riskli Deprem Bölgeleri: Balıkesir, Manisa, İzmir, Aydın, Muğla, Denizli, Burdur, Isparta, Uşak, Bursa, Yalova, Bilecik, Sakarya, Kocaeli, Düzce, Hatay, Kırşehir, Bolu, Karabük, Çankırı, Bartın, Amasya, Tokat, Erzincan, İstanbul, Çanakkale, Tunceli, Bingöl, Muş, Bitlis, Van, Hakkari, Şırnak, Siirt, Adıyaman, Kahramanmaraş, Osmaniye, Kırıkkale. 2. Derece Riskli Deprem Bölgeleri: İstanbul, Tekirdağ, Zonguldak, Antalya, Afyon, Samsun, Erzurum, Ardahan, Kars, Iğdır, Bitlis, Şırnak, Batman, Diyarbakır, Adıyaman, Elazığ, Malatya, Kahramanmaraş, Adana, Kütahya, Eskişehir, Uşak, Ağrı, Van, Çankırı, Çorum. 3. Derece Riskli Deprem Bölgeleri: Eskişehir, Antalya, Edirne, Tekirdağ, İstanbul, Kastamonu, Sinop, Samsun, Ordu, Giresun, Artvin, Mardin, Şanlıurfa, Gaziantep, Kilis, Adana, Kahramanmaraş, Sivas, Gümüşhane, Bayburt, Kayseri, Yozgat, Nevşehir, Çorum, Ankara, Konya, İçel. 4. Derece Riskli Deprem Bölgeleri: Sinop, Giresun, Trabzon, Rize, Artvin, Kırklareli, Ankara, Konya, Aksaray, Nevşehir, Edirne, Niğde, Adana. 5. Derece Riskli Deprem Bölgeleri: Konya, Karaman, Aksaray, Niğde. Görüldüğü gibi Türkiye'nin önemli bir kısmı deprem riski altındadır.

Bu araştırmada ülkemiz için büyük bir risk içeren deprem konusunda toplumu ve ülkeyi hazırlamakta katkısının olacağı düşünülen öneriler geliştirilmiştir. Daha sonra ise yapılan anket çalışması ile bu önerilerin uygulanabilirliği araştırılmıştır. Öneriler şunlardır: 1. Bütün binaların girişine binayla ilgili bilgileri (yapım yılı, yapan, vb.) içeren bir künyenin herkesin görebileceği şekilde asılması, 2. Kiraya verilecek ve satılacak konutların ve iş yerlerinin bulunduğu binalar için depreme dayanıklılık testinin yapılmasının zorunlu tutulması, 3. Belirli yükseklikten fazla olan binalardaki konutlar için ilave vergilerin getirilmesi ve 4. Toplum deprem konusunda daha fazla bilgilendirilmesidir. Bu öneriler CİMER

(Cumhurbaşkanlığı İletişim Merkezi) kanalıyla Çevre ve Şehircilik Bakanlığına ve Ticaret Bakanlığına da iletilmiştir.

7.11.2013 tarihinde 6502 nolu "tüketicinin korunması hakkında" kanun çıkartılmıştır. Kanun tüketicilerin haklarını düzenlemekte ve tüketicileri korumak için yasal düzenlemeler yapmaktadır. Bu kanun incelendiğinde konutlar da bir mal olarak değerlendirildiği görülmektedir. Ancak kanunda önemli bazı eksiklikler dikkati çekmektedir. Bunlardan bir tanesi konut tüketicisi olarak sadece konutu satın alan görülmektedir. Halbuki konutu almasa dahi konuttan yararlanan her hangi bir kişi dahi konutun tüketicisi olarak görülmeli ve bu kişiler de korunmalıdırlar. Ayrıca konutu kiralayan kişiler de tüketici olarak görülmeli, onlar için de kiraladıkları konutların sağlıklarını ve güvenliklerini risk etmeyecek özellikte olması kanunla sağlanmalıdır. Bir başka boşluk ise iş yeri ve eğitim kurumları da kanun kapsamına alınmalı ve iş yeri olarak kullanılan binalarda çalışanlarla eğitim kurumlarında eğitim alan kişiler de binanın tüketicisi olarak görülmeli ve sağlıkları ve güvenlikleri kanunla teminat altına alınmalıdır.

6502 nolu kanunun birinci maddesi (www.mevzuat.gov.tr, erişim: 29.10.2019): "Bu Kanunun amacı; kamu yararına uygun olarak tüketicinin sağlık ve güvenliği ile ekonomik çıkarlarını koruyucu, zararlarını tazmin edici, çevresel tehlikelerden korunmasını sağlayıcı, tüketiciyi aydınlatıcı ve bilinçlendirici önlemleri almak, tüketicilerin kendilerini koruyucu girişimlerini özendirmek ve bu konulardaki politikaların oluşturulmasında gönüllü örgütlenmeleri teşvik etmeye ilişkin hususları düzenlemektir." Madde açıkça tüketicinin korunmasının ve bilgilendirilmesinin ana amaç olduğunu belirtmektedir. Kanun 3. Maddesi "h" bendi ise "Mal: Alışverişe konu olan; taşınır eşya, konut veya tatil amaçlı taşınmaz mallar ile elektronik ortamda kullanılmak üzere hazırlanan yazılım, ses, görüntü ve benzeri her türlü gayri maddi malları," şeklindedir. Burada görüldüğü gibi konut mal olarak tanımlanmaktadır.

Kanunun 5. bölümü "Tüketicinin Bilgilendirilmesi ve Menfaatlerinin Korunması" ile ilgilidir. Kanunun 54. maddesinin 1. bendi "Perakende satışa arz edilen malların veya ambalajlarının yahut kaplarının üzerine kolaylıkla görülebilir ve okunabilir şekilde tüketicinin ödeyeceği tüm vergiler dâhil satış fiyatı ve birim fiyatını gösteren, üretim yeri ve ayırıcı özelliklerini içeren etiket konulması; etiket konulması mümkün olmayan hâllerde aynı bilgileri kapsayan listelerin görülebilecek şekilde uygun yerlere asılması zorunludur. Hizmetlerin tarife ve fiyatlarını gösteren listeler de bu madde hükmüne göre düzenlenerek asılır." şeklindedir. Görüldüğü gibi malların özelliklerinin görülecek şekilde tüketilen malın üzerine konması gerektiği belirtilmektedir. Kanun 55. Maddesinin 1. Bendi "Tüketicinin kullanımına sunulan malların tanıtım, kullanım, kurulum,

bakım ve basit onarımına ilişkin Türkçe tanıtma ve kullanma kılavuzuyla, gerektiğinde uluslararası sembol ve işaretleri kapsayan etiketle satışa sunulması zorunludur." şeklindedir. Bu madde de malın tanıtılması gerekliği vurgulanmaktadır. Ayrıca aynı maddenin 3. Bendi ise "Malların ilgili teknik düzenlemesi uyarınca kişinin sağlığı ile çevreye zararlı veya tehlikeli olabilmesi durumunda, bu malın güvenli kullanılabilmesi için malın üzerine veya tanıtma ve kullanma kılavuzuna bu durumla ilgili açıklayıcı bilgi ve uyarılar açıkça görülecek ve okunacak şekilde konulur veya yazılır." şeklinde olup tehlike arz edebilecek mallar konusunda tüketicinin bilgilendirilmesi salık verilmektedir.

Bütün bunlar çerçevesinde konutların, işyeri olarak kullanılan binaların ve eğitim kurumu olarak kullanılan binaların girişinde binayı tanıtıcı bir kitabenin konulması önerilmektedir. Bu kitabede kare kod gibi üst teknolojiler kullanılarak tüketiciler bilgilendirilmelidir. Ayrıca çevrimiçi ortamda da kişilerin binalarla ilgili gerekli bilgilere ulaşabilecekleri bir alt yapının devlet tarafından tesis edilmesi önerilmektedir. Bu kitabede bulunması gereken bilgiler ise: yapım yılı, yapan, depreme dayanıklılık durumu, binada birim ve kat sayısı ve zemin özelliğidir.

Yukarıda değinilen kanun maddeleri ve diğer yasal düzenlemelerle devlet asli görevi olan vatandaşını korumak için gerekli önlemleri almakla yükümlüdür. Bu nedenle 2. önerimizi geliştirmiş bulunmaktayız. Bu öneri ise konutların ve işyeri olarak kullanılan binaların satılabilmesi ya da kiraya verilebilmesi için depreme dayanıklılık testinin yapılmasının zorunlu tutulmasıdır. Devlet sağlam olmayan ve gerekli teknik niteliklere sahip olmayan binaların satılmasını ya da kiraya verilmesini asli görevi olarak denetlemekle yükümlüdür. Devlet bazı yasal düzenlemeler yapmıştır ancak bunların yeterli olmadığı düşünülmektedir ve bu nedenle devletin ilave zorlayıcı yaptırımlar alması gerekmektedir.

Binaların yapısı depreme dayanıklı olup olmamasını etkilemektedir (Balyemez ve Berköz, 2005). Özellikle de zemin açısından zayıf olan bölgelerde yüksek yapılar ilave risk oluşturmaktadır. Yüksek yapılar aynı zamanda şehrin altyapısına da ilave yük bindirmektedir. Bu nedenle bu araştırmada yüksek yapılara olan talebi azaltmak için devletin, bulunduğu muhitteki binalardan yüksek olana binalara ilave vergi koyması önerilmektedir.

Deprem riskinin bütün ülkemizde yüksek olduğuna değinildi. Depreme hazırlık için devletin alacağı önlemlerin yanında bireylerin de önlem alması gerekmektedir (Yavaş, 2001; Kaptan, 2013; İnal vd., 2012). Bunun için deprem bilincinin toplumda geliştirilmesi de devletin yapacağı önemli hazırlıklardan biridir. Toplumun bilinçlenmesi devletin alacağı önlemlere daha fazla destek olmalarını sağlayacağı gibi kendilerinin de hazırlık

yapmasını sağlayacaktır. Basın ve deprem konusunda uzman akademisyenler zaman zaman özellikle de yaşanan bir depremin hemen ardından bazı açıklamalarda bulunmaktadırlar. Ancak bu açıklamaların kimisi çelişkili iken kimisi de aşırı teknik bilgi içermesinden dolayı toplum tarafından yeterince anlaşılmadığı düşünülmektedir. Bu nedenle devletin geliştirilecek bir program dahilinde toplumu depreme karşı bilinçlendirmek için bilgilendirme faaliyetleri yürütmesi gerekmektedir. Bu bilinçlenme de deprem hazırlık için olumlu etkiler yaratabilir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Keşifsel bir araştırma olan bu çalışmada öncelikle literatür taraması yapılmış ve araştırmada geliştirilen önerilerin literatürde değinilip değinilmediği incelenmiştir. Ayrıca doküman incelemesi yöntemi ile 6502 nolu tüketicinin korunması kanunu incelemiştir. Kanun yetersiz kaldığı konular analiz edilmiştir. Geliştirilen öneriler hakkında insanların düşüncelerini öğrenmek ve insanların deprem konusunda ne kadar hazır olduğunu görmek için anket yöntemiyle veriler toplanarak SPSS programında çeşitli analizler yapılmıştır. Anket çevrimiçi ortamda düzenlenmiş olup kolayda örneklem yöntemi kullanılmış ve 193 kişinin anketi doldurması gerçekleşmiştir. Anket 35 sorudan oluşup ilk 22 soru Likert ölçeği ile 5 Kesinlikle Katılıyorum ve 1 Kesinlikle Katılmıyorum şeklinde katılımcıların verilen ifadelere ne oranda katıldıkları belirlenmiştir. Bu sorularda katılımcıların önerilere ne oranda katıldığı sorulmuştur. Daha sonra üç soru ile kullandıkları binaların yapım yıllarını belirtmeleri istenmiştir. 7 adet soru ile uzmanların deprem için insanların yapabilecekleri hazırlıkları katılımcıların yapıp yapmadıkları sorulmuştur. 3 soru ile ise katılımcıların eğitim, gelir ve yaşları öğrenilmiştir. Anketin güvenirliliği Cronbach's Alpha ile ölçülmüş olup 0.81 olarak bulunmuştur.

BULGULAR

Tablo1'de anketi cevaplayan kişilerin demografik özellikleri verilmiştir. Tablo incelendiğinde katılımcıları eğitim düzeylerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Katılımcıların %47,15'i lisansüstü eğitim aldıkları görülmektedir. Eğitim düzeyi arttıkça insanların daha bilgili ve bilinçli oldukları göz önüne alınırsa deprem gibi hassas bir konuda bu kişilerin geliştirilen öneriler hakkındaki görüşleri de önemlidir. Ankete katılan kişilerin 15 yaşından büyük olmak üzere farklı yaş grubundan olduğu görülmektedir. Ankete cevap veren kişilerin önemli bir kısmının orta gelir grubunda olduğu görülmektedir.

Tablo 1: Cevaplayıcıların Demografik Özellikleri

Gelir	Sıklık	Oran
3000 TL ve altı	44	22,80
3001-7000 TL	82	42,49
7001-11000 TL	47	24,35
11000 TL üstü	20	10,36
Toplam	193	100

Eğitim	Sıklık	Oran
İlkokul	1	0,52
Ortaokul	5	2,59
Lise	21	10,88
Yüksekokul	14	7,25
Lisans	61	31,61
Lisansüstü	91	47,15
Toplam	193	100

Yaş	Sıklık	Oran
15-25	38	19,68
26-35	57	29,53
36-45	48	24,87
46 ve üzeri	50	25,90
Toplam	193	100

Tablo 2 katılımcıların yoğun olarak kullandıkları (yaşadıkları, çalıştıkları ve eğitim aldıkları) binaların yaşları görülmektedir. Buna göre katılımcıların yaşadıkları binaların çoğunlukla 2000 yılı sonrası yapıldığı görülmektedir. 2000 yılında yasayla yapı denetim sistemi zorunlu hale getirilmiş olup inşaatların denetlenmesi sağlanmıştır. Bu yıldan sonra yapılan binalar depreme dayanıklı olarak yapılmıştır. Ancak katılımcıları eğitim aldıkları ve çalıştıkları binaların önemli bir kısmı 2000 yılı öncesi yapıldığı bir kısmının ise yaşının bilinmediği görülmektedir.

Tablo 2: İnşaa Edildiği Yıl

Yıl	Yaşanan bina		Çalıştığı bina		Eğitim gördüğü bina	
	sıklık	oran	sıklık	oran	sıklık	oran
2000 yılından önce	54	27,97	45	24,19	66	36,3
2000-2007	31	16,06	33	17,74	23	12,6
2007 sonrası	98	50,77	74	39,78	48	26,4
Bilinmiyor	10	5,18	34	18,27	45	24,7
Toplam	193	100	186	100	182	100

Tablo 4'de ankete katılan kişilerin devletin depreme ne boyutta hazırlık yaptığını öğrenmek için geliştirilmiş ifadeler bulunmaktadır. Tablo incelendiğinde kişilerin devletin depreme yeterince hazırlık yapmadığını düşündükleri görülmektedir. Devletin finansal imkan sağlamakta yetersiz kalmasının yanında toplumu da yeterince bilgilendirmediğini düşünmektedirler.

Tablo 3: Devlet Depreme Yeterince Hazırlık Yaptı mı?			
İfadeler	**Frekans**	**Ort.**	**Std. Sap.**
Devlet deprem için yeterli hazırlık yaptı.	193	1,94	1,04
Devlet deprem konusunda yeterince bilgilendirme yapıyor.	193	2,34	1,03
Devlet ülkeyi depreme hazırlamak için yeterli yasal düzenleme yaptı.	193	2,38	1,22
Devlet kamu binalarını depreme dayanıklı hale getirdi.	193	2,26	1,11
Devlet vatandaşın depreme hazırlık yapabilmesi için gerekli finansal imkanlar sağlamakta.	193	2,58	1,37

Tablo 4 ankete katılan kişilerin kullandıkları binaların depreme ne oranda dayanıklı olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Buna göre özellikle katılımcıların kamu binalarının depreme yeterince dayanıklı olmadığını düşündükleri görülmektedir. Aynı zaman kişilerin yaklaşık yarısının yaşadıkları binanın da depreme dayanıklı olmadığını düşündükleri görülmektedir.

Tablo 4: Binalar depreme dayanıklı						
	Yaşanan bina		Çalışılan bina		Kamu binaları	
Görüş	Frekans	Oran	Frekans	Oran	Frekans	Oran
Kesinlikle Katılmıyorum	13	6,74	28	14,97	42	21,76
Katılmıyorum	17	8,81	38	20,32	55	28,50
Fikrim yok	55	28,50	63	33,69	68	35,23
Katılıyorum	62	32,12	34	18,18	20	10,36
Kesinlikle katılıyorum	46	23,83	24	12,83	8	4,15
Toplam	193	100	187	100	193	100

Tablo 5 araştırmaya katılan kişilerin uzmanlar tarafından önerilen deprem için yapılabilecek hazırlıkları ne oranda yaptıklarını göstermektedir. Katılımcıların ancak yarısının ilk yardım eğitimi aldığı görülmektedir. Deprem çantası hazırlan kişilerin oranı ise ancak %22,80'dir. Katılımcıların önemli bir kısmının ise DASK yaptırdığı görülmektedir. Bunun nedeninden biri ise devletin çeşitli uygulamalarla insanları DASK yaptırmaya zorlaması olabilir.

Tablo 5: Deprem için yapılan hazırlık		
Hazırlıklar	Oran	
	Evet	Hayır
İlk yardım eğitimi aldım.	47,15	52,85
Deprem çantası hazırladım.	22,80	77,20
Deprem esnasında nasıl davranacağımı öğrendim.	78,24	21,76
Yaşadığım binaya depreme dayanıklılık testi yaptırdık.	25,91	74,09
Yaşadığım bina için zemin etüdü yaptırdık.	29,53	70,47
Yaşadığım eve DASK yaptırdık.	68,39	31,61
Yaşadığım evdeki eşyaları duvara sabitledik.	24,35	75,65

Tablo 6'da kişilerin depremle ilgili ne orandan bilgi oldukları ve devlet, basın ve uzman kişilerce ne oranda bilgilendirildiklerini düşündükleri görülmektedir. Buna kişilerin depremle ilgili yeterince bilgili olmadıklarını ve bilgilendirilmediklerini düşündükleri görülmektedir.

Tablo 6: Bilgilenme Düzeyi			
	Frekans	Ort.	Std. Sap.
Deprem konusunda basın yeterince bilgilendirme yapıyor.	193	2,82	1,2
Deprem konusunda uzman kişilerin verdiği bilgiler yeterince aydınlatıcı.	193	3,07	1,04
Devlet deprem konusunda yeterince bilgilendirme yapıyor.	193	2,34	1,03
Vatandaşlar depremle ilgili yeterince bilgili.	193	2,1	0,95

Tablo 7'de araştırmada geliştirilen önerilere katılımcıların ne oranda katıldığı ve çeşitli ifadeler arasındaki korelasyon görülmektedir. Bu tabloda araştırmada geliştirilen dört önerinin de yüksek oranda katılımcılar tarafından desteklendiği görülmektedir. 1,2,3 ve 4. Önermelere verilen cevapların 5 tam değere oldukça yakın olduğu görülmektedir. Araştırmada geliştirilen önermeler insanları deprem konusunda önlem almaları için zorlayıcı niteliktedir. 8. Önermeye bakıldığında da katılımcıların devletin zorlayıcı önlemler alması görüşüne büyük oranda katıldıkları görülmektedir. Ayrıca bu önermenin diğer önermeyle orta düzeyde korelasyon göstermesi de bu görüşü destekler niteliktedir. 7. Önermede devletin yeterince yasal düzenleme yaptığı önermesine katılımcıların katılmadığı görülmektedir. Ayrıca bu önerme 1,2,3 ve 4. önerme ile pozitif

korelasyon göstermemesi de devletin ilave bazı yasal düzenlemeler yapması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 7: Korelasyon Tablosu ve Tanımlayıcı İstatistik

	Ort.	Std. Sap.	1	2	3	4	5	6	7
1. 2000 yılından önce yapılan bütün binalar için depreme dayanıklılık testi yapılması zorunlu tutulmalı.	4,79	0,63							
2. Bulunduğu semtteki binalardan daha yüksek olan binalardan ilave vergi alınmalı.	3,69	1,41	,216**						
3. 2000 yılından önce yapılmış kiraya verilecek ya da satılacak binalar için depreme dayanıklılık testi yapılması zorunlu tutulmalı.	4,61	0,82	,553**	,285**					
4. Bütün binaların girişine binanın yapıldığı yıl, binayı yapan, depreme dayanıklı olup olmadığı gibi konularda bilgi içeren künye (kitabe) konulmalı.	4,41	0,98	,318**	,242**	,391**				
5. Vatandaşlar depremle ilgili yeterince bilgili.	2,10	0,95	-,219**	-0,05	-,219**	-,167*			
6. Devlet deprem konusunda yeterince bilgilendirme yapıyor.	2,34	1,03	0,03	-0,04	0,023	-0,007	,440**		
7. Devlet ülkeyi depreme hazırlamak için yeterli yasal düzenleme yaptı.	2,38	1,22	-0,094	0,025	-0,035	0,064	,355**	,589**	
8. Devlet depreme hazırlık için vatandaşı zorlayıcı ilave tedbirler almalı.	4,23	1,05	,380**	,167*	,335**	,443**	-,164*	0,019	-0,051

**. Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı (2-kuyruk).

*. Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı (2-kuyruk).

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Deprem ülkemiz için büyük risk oluşturmaktadır ve gerek devlet gerekse toplum olarak depreme karşı gerekli hazırlıkları yapmak gerekmektedir. Ülkemizin deprem bölgesinde olmasına ve depremlerden dolayı büyük ekonomik ve can kaybı vermiş olmasına rağmen araştırmada hem toplumun hem de devletin depremlere karşı hazırlıklı olmadığı görülmektedir. Kısıtlı imkanlarla yapılan bu araştırma ile ulaşılan sonuçlar

oldukça endişe verici olup gerekli hazırlıkların ivedilikle yapılmasının zaruri olduğu düşünülmektedir.

Devletin kamu binalarını depreme karşı güvenli hale getirmesinin yanında yapacağı yasal düzenlemelerle de toplumu depreme karşı hazır olması konusunda zorlayıcı önlemler alması gerektiği görülmektedir. Bunların yanın devlet kapsamlı bir bilgilendirme ve eğitim çalışmasını planlamalı ve bunu yürütmelidir. Gerek eğitim kurumlarında gerekse basın vasıtasıyla toplumu bilinçlendirmeli ve onların deprem afetine karşı hazır olmalarını sağlamalıdır.

Bireylerin devletin depreme karşı yeterince hazırlık yapmadığına inanmalarının yanında kendilerinin de hazır olmadığı görülmektedir. Alınacak bazı önlemler düşük maliyetli iken bazıları daha fazla maliyetli olabilecektir. Ancak depremin gerek sağlık açısından gerekse mali açıdan kayıpları düşünülürse bu maliyetlere katlanmak tercih edilmelidir.

Bu araştırmada uygulamaya yönelik somut dört öneri geliştirilmiştir ve bu öneriler katılımcılar tarafından da desteklenmiştir. Bu açıdan bu araştırma literatüre ve uygulamaya önemli katkıda bulunmaktadır. Bu öneriler: 1. Bütün binaların girişine binayla ilgili bilgileri (yapım yılı, yapan, vb.) içeren bir künyenin herkesin görebileceği şekilde asılması, 2. Kiraya verilecek ve satılacak konutların ve iş yerlerinin bulunduğu binalar için depreme dayanıklılık testinin yapılmasının zorunlu tutulması, 3. Belirli yükseklikten fazla olan binalardaki konutlar için ilave vergilerin getirilmesi ve 4. Toplum deprem konusunda daha fazla bilgilendirilmesidir.

Araştırmanın çeşitli kısıtları bulunmaktadır. Bunlardan biri araştırmaya katılanların sayısının az olmasıdır. Daha fazla katılımcının anketi cevaplaması sonuçların etkin değerlendirilmesine olanak verebilirdi. Sayfa sınırlandırmasının olması da yapılabilecek daha fazla analizin yapılmamasına neden olmuştur. Ancak bu eksikler giderilerek araştırma geliştirilebilir.

Literatürde afetlere hazırlık konusunun yeterince araştırılmadığı görülmüştür. Bu nedenle ileride araştırmacılar bu konuda değişik demografik özelliklere sahip kişiler üzerinde benzer araştırmalar yapabilir. Bu araştırmaların toplumsal bilinçlenmeyi artıracağına inanılmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Balyemez, S. ve Berköz, L. (2005), " Hasar görebilirlik ve kentsel deprem davranışı", itüdergisi/a mimarlık, planlama, tasarım Cilt:4, Sayı:1.
2. Çilingir, G. A. (2018), "Türkiye'de Uygulanan Afet Yönetimi Politikalarının İncelenmesi: Yasal Düzenlemeler ve DASK", Dirençlilik Dergisi 2(1).
3. Çoban, M., Sözbilir, M. ve Göktaş, Y. (2017), "Deprem Deneyimini Yaşamış Kişilerin Deprem Öncesi Hazırlık Algılarının Belirlenmesi: Bir Durum Çalışması", Doğu Coğrafya Dergisi, Yıl:22, Sayı:37, Sayfa:113-134
4. İnal, E., Kocagoz, S. ve Turan, M. (2012), "Basic disaster consciousness and preparation levels",
5. Turkish Journal of Emergency Medicine, Vol. 12, Issue 1.
6. Kaptan, K. (2013), "İstanbul'un Deprem Hazırlığı İçin 'Sıfır' Can Kaybı Projesi", Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(1), 119-126ss.
7. Kundak, S. ve Türkoğlu, H. (2007), "İstanbul'da deprem riski analizi", itüdergisi/a mimarlık, planlama, tasarım Cilt:6, Sayı:2.
8. Yavaş, H. (2001), "Doğal Afet Yönetimi ve Yerel Gündem Çalışmaları Kapsamında İzmir'de Deprem", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Cilt 3, Sayı:3.
9. www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/buyuk-depremler/, erişim: 29.10.2019.
10. www.menemenhaber.com.tr, 29.10.2019
11. www.mevzuat.gov.tr, erişim: 29.10.2019

BOĞAZİÇİ KENTSEL MEKÂNINDA FARKLI KENTSEL DOKU ÖZELLİKLERİ VE YEREL KENTSEL DÖNÜŞÜM UYGULAMA MODELLERİ

"ÜSKÜDAR ÖRNEĞİ"

Different Urban Tissue Characteristics And Local Urban Transformation Models In The Bosphorus Urban Space "Uskudar Example"

Mutlu Kaynar[1] & Doç. Dr. Ercan Koç[2]

1 Yüksek lisans öğrencisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, İstanbul, mutlukaynar@hotmail.com
2 Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul,ekoc@yildiz.edu.tr

Öz:1974 yılından günümüze "Tarihi ve Doğal Sit Alanı" statüsündeki Boğaziçi alanı, korumayı ön planda tutan gelişimi yönlendirmek amaçlı, alana özgü 1983 tarihli 2960 sayılı Boğaziçi Yasası ile korunmaya çalışılmıştır. Buna karşın Boğaziçi alanı doğal afet riklerine karşı güvensiz mekan, yasadışı yapılaşma, bunların yasallaşamaması, sosyal donatı alanları yoksunluğu, siluet değerlerine ilişkin olumsuzluklar ve hisseli mülkiyet sorunlarını içermektedir. Doğal ve kültürel değerlerin çakıştığı Boğaziçi alanında yapılan işlemler, yetkili iki bakanlık olan Kültür ve Turizm Bakanlığı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı arasında imzalanan protokol çerçevesinde yürütülmektedir. Boğaziçi Kanunu'nun da bölgenin imar düzeninin sağlanmasında Büyükşehir Belediyesi'ni ve İlçe Belediyesi'ni yetkili kılması bir çok idari organın birlikte koordineli çalışmasını gerekli kılmaktadır. Diğer yandan Boğaziçi'nin önemli bir bütünleyici parçasını oluşturan Üsküdar Boğaziçi alanında farklı yapılaşma dokuları bulunmaktadır. Bu farklı yapılaşma dokularının her biri kendine özgü planlama ve yasal sorunlar taşımaktadır. Boğaziçi gibi özellikli hassas bir alanda, mevcut yapılaşmış çevrenin sağlıklı ve dengeli bir yapıya kavuşturulabilmesi için, CBS analizlerine bağlı olarak kentsel karakter alanlarının belirlenerek, bölgesi'nin 2960 sayılı Boğaziçi Yasası bağlamında yaşam kalitesinin yükseltilebilmesi için, her bir karakter alanında bir "model" çerçevesinde imar uygulamasına dönük işlemler yapılabilecektir.

Boğaziçi Bölgesi'nin bütününü "çözüm alanı" olarak ele almak, kalıcı tek bir çözüm üretmeyi zorlaştırabilmektedir. Çünkü her bir altbölgenin verileri, fiziki, sosyal ve ekonomik mekanı ve sunduğu çözüm olanakları farklıdır. Bu nedenle çözümlerin yerelleştirilmesi ve öncelikle farklı dokuların sorunlarının, taşıdığı fırsatların tanımlanması ve bütünde koruma bilincinin yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu yerelleştirmede de "karakter alanları" üzerinden hareket etmek, sorunların çözümüne ilişkin araçları ile bu alanlar ile ilişkilendirmek, uygulama araçlarının kombinasyonu olasılıklarını değerlendirmek, karar alma süreçlerinde etkin katılım sağlamak yadsınmaz önemdedir. Bu çalışmada Üsküdar odaklı yasal ve yasadışı yollardan gelişmiş farklı kentsel dokular ve özellikleri, sorunları tanımlanarak, uygulanabilecek kentsel dönüşüm modelleri, uygulama araçları bağlamında irdelenecektir.

Anahtar kelimeler: Yasal çerçeve, Boğaziçi Kanunu, Dönüşüm, Kaçak Yapılaşma, Kültürel Değerler, Doğal Sit, Karakter Alanları, Uygulama Araçları

Abstract: The Bosphorus area, which has the status of "Historical and Natural Protected Area since 1974, has been tried to be protected by the Bosphorus Law No. 2960 dated 1983 to direct the development that prioritizes conservation. On the other hand, the Bosphorus area includes insecure space against natural disasters, illegal construction, lack of legalization, lack of public use areas, negativity regarding silhouette values and shareholding ownership problems. Transactions in the Bosphorus area, where natural and cultural values overlap, are carried out within the framework of a protocol signed between the Ministry of Culture and Tourism and the Ministry of Environment and Urbanization. The fact that the Bosphorus Law authorizes the Metropolitan Municipality and the District Municipality to ensure the zoning order of the region necessitates the coordination of many administrative bodies. On the other hand, the Üsküdar Bosphorus area, which forms an important integral part of the Bosphorus, has different construction patterns. Each of these different construction patterns has its own planning and legal problems. In order to improve the quality of life in the context of the Bosphorus Law No. 2960, the urban character areas are determined in accordance with GIS analysis in a sensitive area such as the Bosphorus, in order to restore the existing built environment to a healthy and balanced structure. applications will be made. Taking the whole Bosphorus Region as a "solution area, may make it difficult to produce a single permanent solution. Because the data, physical, social and economic space of each sub-region and the solution opportunities it offers are different. For this reason, the solutions should be localized and first of all the problems of different tissues, the opportunities they carry and the awareness of protection in the whole should be spread. In this localization, it is indispensable to act on "character fields" to associate them with the tools for solving problems, to evaluate the possibilities of combination of implementation tools, and to participate actively in decision-making processes. In this study, different urban textures and their characteristics, problems and problems developed by Üsküdar focused legal and illegal ways will be examined in the context of urban transformation models and implementation tools.

Keywords: Legal Framework, Bosphorus Law, Urban Transformation, Illegal Construction, Natural and Cultural Values, Character Fields, Implementation Tools.

GİRİŞ

Canlı bir organizma olarak tanımlanan kentsel alanlar hareketli, devingen ve sürekli yeniden yapılanan alanlardır. Planlama; bu devingen yapının sorunlarınının giderilmesi, gereksinimlerinin karşılanması, toprağın koruma kullanma dengesinin sağlanması amaçlı önemli bir araçtır. Kenti oluşturan bileşenlerde meydana gelen olumsuzluklar kentlerin işlevsel ve mekansal gelişimini olumsuz etkilemektedir. Parsel ve ada ölçeğinde yapılan uygulamalar kent adına artı değerleri sınırlı boyutta tutarken, kentsel tasarım temelli dönüşüm proje uygulamaları bu olumsuzlukları gidermek ve hızlı kentleşme sonucu oluşan niteliksiz, sağlıksız alanların yeniden yapılandırılmasında, risklerin giderilmesinde, değişen kentsel mekan gereksinimlerine cevap verilebilmesinde ve yoksunluğu duyulan işlev alanlarının kente kazandırılmasında fırsatlar sunabilmektedir.

Türkiye'de 1950'li yıllarda kırdan kente hızlı göç süreçleriyle birlikte ortaya çıkan konut gereksinimi, ağırlıkla plansızlığı ve yasadışı yapılaşmayı beraberinde getirmiştir. Kentsel kalite ve konfor kavramıyla bağdaşmayan gelişimin en önemli boyutu, teknik elaman desteği almadan

deprem risklerini gözetmeden yapılaşma, yetersiz altyapı ve sosyal donatı alanları, niteliksiz kentsel mekanlarda yetiştirilen nesillerdir.

Özel mekan niteliğinde ve ayrıcalıklı olan Boğaziçi de plansız ve yasadışı içerikli bu gelişim sürecinden etkilenmiş, İstanbul Metropoliten Alanında yaşanan hızlı, kontrolsüz, yasadışı yapılaşma olgusunun tüm olumsuzluklarıyla biçimlenmiştir. Boğaziçi Alanı, İstanbul Metropoliten Alanında, tarihi, kültürel, doğal peyzaj öğeleri ile evrensel düzeyde önemli bir yerleşme bölgesi ve bu özellikleri ile ulusal ve uluslararası ölçekte özel alan statüsündedir.

20. yüzyılın başlarına kadar İstanbul ile Anadolu'yu birbirine bağlayan Üsküdar İstanbul'un en eski yerleşim alanlarından biridir. Üsküdar ilçesinin gelişme alanı olarak tanımlanabilecek kaçak ve sağlıksız gelişmenin baş gösterdiği Boğaziçi Geri Görünüm ve Etkilenme bölgesi'ndeki mahalleler tanımsız yerleşim özellikleri göstermektedir. Sahip olduğu özgün değerlerinin her şeye rağmen korunması için özel kanun çıkartılan Boğaziçi Geri Görünüm ve Etkilenme Bölgesi'nde mevcut durumdan kaynaklanan problemlerin çözümü hususunda; mevcut yasalar çerçevesinde, planları uygulamaya geçirecek imar uygulama araçlarının ortaya konulması konusu ciddi çözüm arayışlarını gerekli kılmaktadır.

Boğaziçi kentsel karakter alanlarının belirlenerek, bölgenin 2960 sayılı Boğaziçi Yasası bağlamında sağlıklı yaşam alanları oluşturmak için, her bir karakter alanında bir "model" çerçevesinde imar uygulamasına dönük işlemler yapılabilecektir.

Uygulama araçlarının modellenebilmesi için, öncelikle planlama bölgesinde hem toprak üzerindeki, hem de onun bütünleyici parçaları olan yapılaşmalarla ilgili mülkiyet analizlerinin yapılması, hak sahipliliği bilgilerinin netleştirilmesi, farklı alt bölgelerinin sorunlarının tanımlanması gerekmektedir.

Bu nedenle çözümlerin yerelleştirilmesi ve öncelikle farklı dokuların sorunlarının, taşıdığı fırsatların tanımlanması ve bütünde koruma bilincinin yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu yerelleştirmede de "karakter alanları" üzerinden hareket etmek, sorunların çözümüne ilişkin araçları ile bu alanlar ile ilişkilendirmek, uygulama araçlarının kombinasyonu olasılıklarını değerlendirmek, karar alma süreçlerinde etkin katılım sağlamak yadsınmaz önemdedir.

Amaç

İstanbul'un doğal ve tarihi yapısı ile prestij alanlarından biri olan Boğaziçi alanının yasal statüsünün ortaya konularak, dönüşüm uygulamalarının yasal dayanaklarının incelenmesi ve Boğaziçi alanında 1980 sonrası kaçak yapılaşmış alanlarının sıhhileştirilerek bu bölgelerin

düzenli, organize iskan alanlarına dönüştürülmesi kapsamında farklı karakter alanlarına yönelik dönüşüm modeli oluşturulması amaçlanmaktadır

Kapsam

"Kentsel Dönüşüm" kavramının literatür araştırması yapılarak, Boğaziçi Kanunu hakkında yasal çerçevenin incelenmesi ve özel kanunla koruma altına alınan fakat zaman içerisinde sağlıksız konut alanlarının oluştuğu Boğaziçi Geri Görünüm ve Etkilenme Bölgesi'nin dönüşümü için karakter alanlarının tespiti ve bağlı dönüşümün yasal dayanaklarının incelenmesini kapsamaktadır.

Yöntem

Dünya ve Türkiye'den kentsel dönüşüm üzerine literatür taraması yapılmıştır. Çalışmada, kentsel dönüşümün önünü açan yasalar, bu yasalar ile yetki verilen kamusal ve yarı kamusal kuruluşlar, dönüşüm sürecinde kendilerine biçilen ya da biçtikleri roller üzerinden değerlendirilmiştir.

Çalışmada gözlem, alan incelemesi, CBS analizleri ve haritalama araştırma yöntemleri kullanılarak dönüşüm çalışması yapılacak alan hakkında bilgiler elde edilmiştir. Üsküdar boğaz bölgesinin fiziksel yapısını çözümlemek ve elde edilen verileri ifade etmek için haritalardan ve hava fotoğraflarından yararlanılmıştır.

KENTSEL DÖNÜŞÜM KAVRAMI

Dengesiz ve denetimsiz bir şekilde gerçekleşen kentleşme süreci şehirler üzerinde baskı oluşturmakta, birçok olumsuz sorunun baş göstermesine neden olmakta, ülkeler açısından önemli sorunları beraberinde getirmektedir.

20. yüzyılda kentsel sürekliliğin sağlanabilmesi açısından temel eğilim eskiyen, bozulan ve yitirilen kentsel alanların yeniden yapılandırılması ve kazanılmasına yönelik uygulamalar olmuştur.

Kentsel dönüşüm, "zaman süreci içerisinde eskiyen, köhneyen, yıpranan ya da potansiyel arsa değeri mevcut üst yapı değerinin üzerinde seyreden ve çoğu kez yaygın bir yoksunluğun hüküm sürdüğü kent dokusunun, altyapısının sosyal ve ekonomik programlar ile oluşturulduğu bir stratejik yaklaşım içinde, günün sosyo- ekonomik ve fiziksel şartlarına uygun olarak yenilenmesi, değiştirilmesi, geliştirilmesi, yeniden canlandırılması ve bazen de yeniden oluşturulması eylemi" dir. (Özden, 2006).

Kentsel dönüşüm, merkezlerin canlandırılması, kent içinde tarihi değere sahip ya da konum olarak kent içinde avantaja sahip alanların soylulaştırılması veya yenilenmesi, terk edilmiş sanayi bölgelerinin ve kıyı alanlarının farklı işlevlerle yeniden kullanıma açılması olarak ortaya

çıkmaktadır (Smith, 2002).

Tüm bu bilgilerin ışığında kentsel dönüşümü; kentsel çöküntü alanlarında, ekonomik, sosyal, yönetsel, fiziksel ve çevresel boyutlar düşünülerek planlanan, kapsamlı ve bütünleşik yaklaşımlarla iyileştirmeye yönelik çalışmaların rantsal düzenlemelerden uzak; bölgenin iklimsel, coğrafi, kültürel özellikleri göz önünde bulundurularak sürdürülebilir, yaşanabilir projelerle kentsel kalitenin arttırıldığı bir süreç olarak tanımlayabiliriz. (Kara, 2013).

ÖZEL ALANLAR VE KENTSEL DÖNÜŞÜME İLİŞKIN YASAL DÜZENLEMELER

1980'lerden sonra İstanbul Boğaziçi alanının kültürel ve tarihi değerlerini ve doğal güzelliklerini kamu yararı gözetilerek korumak ve geliştirmek, bu alandaki nüfus yoğunluğunu artıracak yapılanmayı sınırlamak için uygulanacak imar mevzuatını belirlemek ve düzenlemek üzere Boğaziçi'ne özgü bir kanun olan 2960 sayılı Boğaziçi Kanunu kabul edilmiştir.

Boğaziçi Alanı'nın idari sınırları, Avrupa yakasında, Sarıyer ve Beşiktaş belediye sınırları içinde, Anadolu yakasında ise; kuzeyde Beykoz ilçesi, güneyinde ise Üsküdar ilçesi sınırları içinde kalmaktadır. Boğaziçi alanı; Öngörünüm, Geri Görünüm ve Etkilenme Bölgeleri'nden oluşan ve koordinatları 22.07.1983 onay tarihli nazım planda gösterilen alandır. Boğaziçi alanının Boğaziçi Sahil şeridi ve Öngörünüm Bölgesi 4635 hektarlık bir alanı oluşturmaktadır (İstanbul Büyükşehir Belediyesi Boğaziçi İmar Müdürlüğü, 2006).

Boğaziçi Kanunu kapsamındaki alanlarda yapı kısıtlılığı getiren yasal hükümler ve plan kararları bulunmasına rağmen, mevcut durumda planda tanımlanan değerlerin üzerinde yoğunluklar gerçekleşmiştir. Boğaziçi alanının gelişme sürecinde artan nüfus ve yapı yoğunluğuna rağmen sosyal ve teknik altyapı alanları ihtiyaçların çok gerisinde kalmıştır.

Boğaziçi alanı, İstanbul Metropoliten alanında yaşanan hızlı, kontrolsüz, kaçak yapılaşma olgusunun tüm olumsuzluklarıyla biçimlenmiştir. Bölge farklı gelir gruplarının kendine özgü konut çevrelerini bünyesinde barındırmaktadır.

Devletin önemli görevlerinden biri, şehirlerin özelliklerini ve çevre şartlarını gözeten bir planlama çerçevesinde konut ihtiyacını karşılamaktır. Ancak afet riski, anayasal bir hak olan sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkının kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Düzensiz ve sağlıksız yerleşimlerin ıslahı ve afet risklerine karşı tedbirlerin alınması kapsamında Kentsel dönüşüm kavramının hukuki bir kavram olarak kullanılması yeni olmakla birlikte, ülkemizde, kentsel dönüşümü sağlayacak kanunlar ve uygulamalar yapılmıştır.

Türkiye'de kentsel dönüşümü gerçekleştirmek üzere yürürlüğe konulmuş olan birçok yasal düzenleme bulunmaktadır. Bunlar;

- 3194 sayılı İmar Kanunu "Arsa ve Arazi Düzenlemesi" başlıklı 18. madde,
- 5104 sayılı Kuzey Ankara Girişi Kentsel Dönüşüm Projesi Kanunu,
- 5366 sayılı Yıpranan Tarihi ve Kültürel Taşınmaz Varlıkların Yenilenerek Korunması ve Yaşatılarak Kullanılması Hakkında Kanun,
- 5393 sayılı Belediye Kanunu "Kentsel Dönüşüm ve Gelişim Alanı" başlıklı 73. Madde,
- 6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun

Şehirlerin düzensiz ve sağlıksız yapılaşmasından doğan sorunların çözümlenmesi için, kentsel sorunlara çözüm üretecek farklı uygulamalar geliştirilmiştir. Gecekondulaşmanın önlenmesi ve mevcutların ıslah edilmek suretiyle dönüştürülmesi, gecekondu sahiplerine tapu tahsis belgesi verilmek suretiyle ıslah sürecinin hızlandırılması, maliklerin bir araya gelmeleriyle oluşturacakları görece olarak büyük arsalarda, var olan yapılaşma haklarının artırılması suretiyle düzenli, sağlıklı ve estetik bir şehirleşmenin ortaya çıkarılması amacıyla yapılan kentsel dönüşüm uygulaması, sit alanlarının kısmen ya da tamamen yenilenmesi ve afet riski taşıyan alanların ve yapıların dönüştürülmesi uygulamaları, başlıca kentsel dönüşüm ve dönüştürme uygulamaları olarak karşımıza çıkmaktadır.

Geri Görünüm ve Etkilenme Bölgesi'nin de içinde bulunduğu Boğaziçi alanına ilişkin olarak yasal çerçevenin belirlenmesinde 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu, 2960 sayılı Boğaziçi Kanunu,644 ve 648 sayılı KHK, 3194 sayılı İmar Kanunu, Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği, Korunan Alanlarda Yapılacak Planlara Dair Yönetmelik gibi yasal düzenlemeler öne çıkmaktadır.

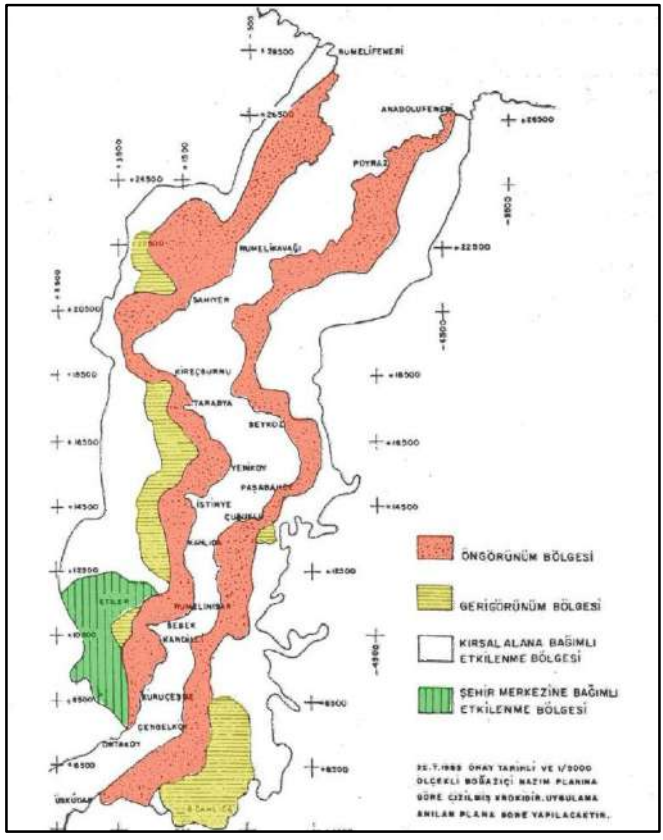
Bununla birlikte, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Kültür ve Turizm Bakanlığı ve Belediyeler önemli diğer kamusal aktörleri oluşturmaktadır. Kentsel dönüşümün niteliği ve yerine göre UNESCO, ICOMOS gibi uluslararası kurum ve kuruluşlar da Türkiye'deki kentsel dönüşüm projelerinde etkili olmaktadır.

2960 SAYILI BOĞAZIÇI KANUNU

Sit kapsamında olduğundan dolayı önceleri 1710 sayılı Eski Eserler Yasası, 23 Temmuz 1983'den sonra ise 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yasası'nın koşullarının geçerli olduğu Boğaziçi alanı için, 22 Kasım 1983 tarihinde 2960 sayılı "Boğaziçi Yasası" yürürlüğe

girmiştir. Bu yasanın, ülkenin belli bir yöresini korumak ve yine salt o yöreye ait imar yetkilerini ve kurallarını belirlemek üzere çıkartılan ilk kapsamlı yasa niteliğini taşıdığı belirtilmektedir (Ekinci, 1994a).

Boğaziçi Yasası'yla birlikte, yasanın çıkmasından kısa bir süre önce Anıtlar Yüksek Kurulu'nca da onaylanarak yürürlüğe giren 1/5000 ile 1/1000 ölçekli 1983 planları yasanın hükmü haline gelmiştir (Çeçener, 2005). Planlardaki Boğaziçi alanı sınırları ile bu alanın içinde yer alan ve yine aynı planlarda sınırları belirlenen "Boğaziçi Kıyı ve Sahil Şeridi", "Öngörünüm Bölgesi", "Gerigörünüm Bölgesi" ve "Etkilenme Bölgesi", 2960 sayılı yasada da aynı isim ve sınırlarıyla yer almış, yasanın eki olarak Resmi Gazete'de yayımlanan haritada bu bölgeler koordinatlarıyla birlikte belirlenerek ilan edilmiştir (Harita 1.) (Ekinci, 1994a).



Harita 1. Boğaziçi Kanunu'na Göre Belirlenmiş Bölgeler *(Kaynak: 2960 Sayılı Boğaziçi Kanunu'na Ekli Kroki)*

BOĞAZIÇI YASASI ILE 2863 SAYILI KÜLTÜR VE TABIAT VARLIKLARINI KORUMA KANUNU VE 644/648 SAYILI KHK

Ülkemizde doğal ve tarihi değerlerini korumaya yönelik oluşturulan kapsamlı koruma yasası olarak 1983 yılında çıkarılan 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıkları Yasası'ndan söz edilebilir. Adı geçen yasa, 14.7.2004 tarihinde, 5226 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu ile Çeşitli Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun ile değiştirilmiştir. Söz konusu yasada koruma faaliyetleri için yetkilendirilen organ "Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulunu" olarak ifade edilmiş ve tüm koruma faaliyetleri bu kurullar aracılığı ile yürütülmüştür. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın kuruluşunu düzenleyen 2011 tarih ve 644 sayılı KHK'de değişiklik yapan 648 sayılı KHK' ile Türkiye'de koruma politikalarında köklü değişikliklere gidilmiş, doğal ve tarihi değerleri korumaya yönelik oluşturulan organlar yeniden düzenlenmiştir. 648 sayılı KHK'nin temel vurgusu Doğal sit alanlarının diğer sit alanlarından yönetimsel olarak ayrılmasını öngörmektedir. Bu doğrultuda sit alanları tarihi kültürel sitler ve doğal sitler olarak tekrar sınıflandırılmış kültür varlıklarından sorumlu olarak "Kültür Varlıklarını Koruma Kurulu" doğal sitler ile korumaya alınmış tabiat varlıkları hakkında "Tabiat Varlıklarını Koruma Komisyonu" kurulmuştur. Kültür ve tabiat varlıkları, ilk bakışta farklı disiplinleri ilgilendiren, farklı değerlere sahip kavramlar gibi görünse de, bu değerlerin birçok alanda bir arada bulunması ve farklı katmanlarla üst üste yer alması, bu alanlara yönelik karar üretme yetkisinin hangi kurumda olacağını düşündürmektedir. Yeni yasal düzenlemenin "kültür" ve "tabiat" varlıklarının korunması konusunu iki ayrı kurulda çözümlemiş olması durumu da, bazı sorular içermektedir. Evrensel koruma anlayışının "bütünleşik koruma" düşüncesini benimsemiştir.

Boğaziçi alanı sahip olduğu Doğal ve Kültürel değerleri ve bunların meydana getirdiği peyzaj bütünlüğü ve silüeti ile kentsel, ulusal ve uluslar arası ölçekte korunması gerekli alandır.

Bu gibi doğal sit alanları ve taşınmaz tabiat varlıklarının bulunduğu alanların arkeolojik, kentsel, kentsel-arkeolojik, tarihi sit alanları ve tescilli taşınmaz kültür varlıkları ile bunların koruma alanları ve etkileşim-geçiş sahasının bulunduğu alanlar ile çakıştığı yerlerdeki iş ve işlemlerde izlenecek usul ve esasların belirleyen bir protokol Kültür ve Turizm Bakanlığı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı arasında 01.10.2012 tarihinde protokol imzalanmıştır.

Bu protokol kapsamında çakışan alanlara ilişkin başvurular öncelikle kültürel değerler yönünden ilgili Koruma Bölge Kurulunca değerlendirilmektedir. Kültürel değerler açısından alınan karar ile birlikte

doğal değerler açısından da değerlendirme yapılarak Koruma Bölge Komisyonunca nihai karar alınmaktadır.

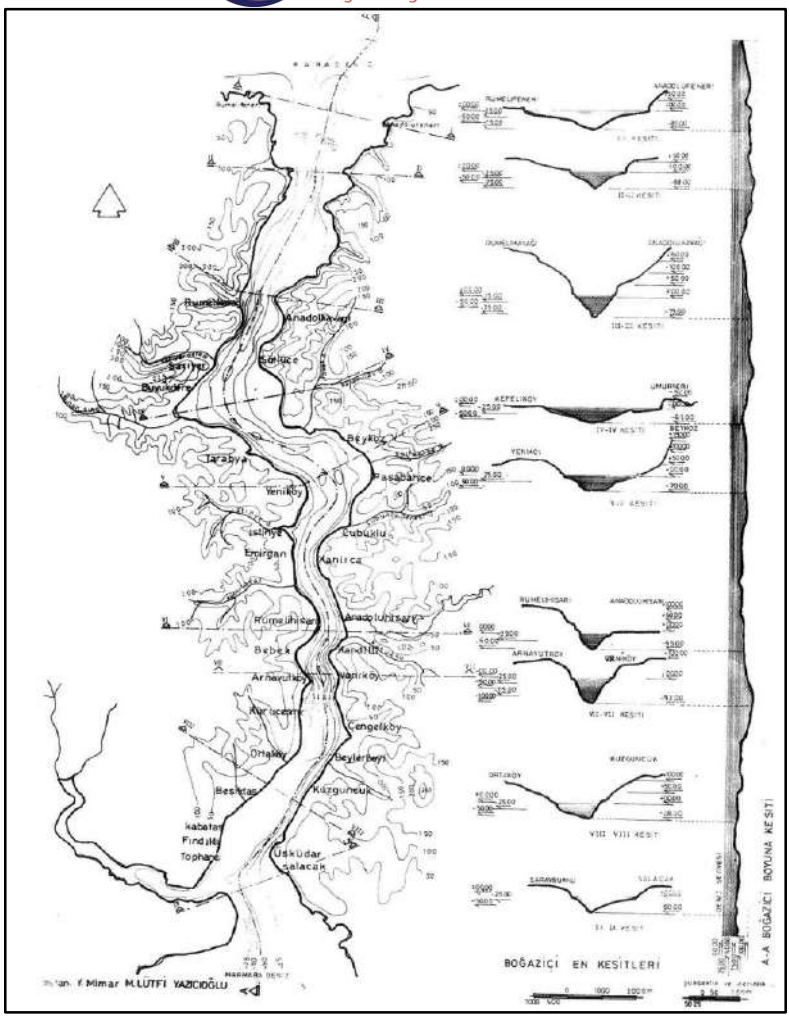
BOĞAZIÇI ALANININ KONUMU VE COĞRAFI ÖZELLIKLERI

İstanbul Boğazı konum olarak güneyde Tophane – Salacak, kuzeyde Rumeli ve Anadolu Fenerleri arasında yer almakta, kullanım alanı itibariyle yaklaşık 300.000 hektarlık bir alanı kapsamaktadır. Boğaziçi 31 kilometre uzunlukta, orta aks boyunca, Kız Kulesi'nden fenerlere kadar bu uzunluk 55 kilometredir. Genişliği ise, Karadeniz'e açılan yerde 3.600 metre, Marmara'da 1.675 metredir (Çubuk, 1994).

Boğaziçi Alanı'nın idari sınırları dört adet ilçeyi kapsamaktadır. Avrupa yakasında, Sarıyer ve Beşiktaş belediye sınırları içinde kalmaktadır. Anadolu yakasında ise; kuzeyde Beykoz ilçesi, güneyinde ise Üsküdar ilçesi sınırları içindedir. Sarıyer, Beşiktaş, Beykoz ve Üsküdar İlçeleri içerisinde Boğaziçi Alanı'nın kapsadığı alan, 11.500 hektardır. Bu toplam alanının Boğaziçi Sahil Şeridi ve Öngörünüm Bölgesi ise 4635 hektarlık bir alanı oluşturmaktadır *(*İstanbul Büyükşehir Belediyesi Boğaziçi İmar Müdürlüğü, 2006*)*.

Akıntılar bazen kuzeyden güneye, bazen de güneyden kuzeye olmak koşuluyla tam beş yerde yön değiştirir. Diplerdeki akıntı ise üsttekinin tersidir. Boğazın en dar kısımları Emirgan ile Kanlıca ve Arnavutköy ile Vaniköy arasındadır. Rumeli Hisarı ile Anadolu Hisarı arasındaki 698 metrelik uzaklık Boğaz'ın en dar yeridir (Yazıcı, 1993).

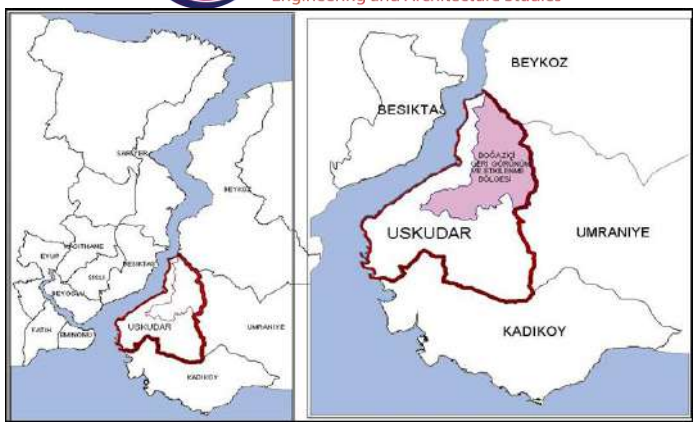
Boğaziçi, su yüzeyi ve karanın birlikte güzel bir uyum gösterdiği bir coğrafyadır. Topografik yapı, suyun sürekli yön değiştiren yapısıyla beraber, değişken ve güçlü manzaralar yaratır. (Arıoğlu, 2004). Boğaziçi'nin iklimi, Akdeniz ile Karadeniz iklimleri arasında geçiş karakteri gösterir. Yaz aylarında sıcaklık ve nem oranı yüksek, kışları ise soğuk ve yağışlı geçer. Yıllık ortalama sıcaklık 14 derece, ortalama nem ise %75 civarındadır. Ormanlık, koruluk ve makilik alanların birbirlerine karıştığı bitki örtüsü gözlemlenir. (Kasapgil, M. Oytun, 2011)



Harita 2. Boğaziçi Topoğrafyası en ve boy kesitleri (Yazıcıoğlu, 1980).

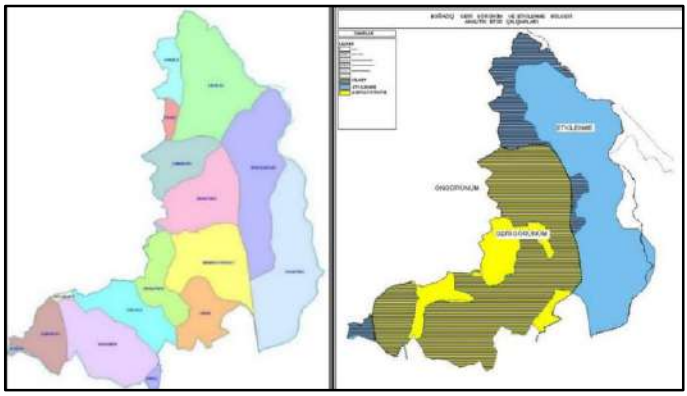
ÜSKÜDAR GERI GÖRÜNÜM VE ETKILENME BÖLGESI'NIN KONUMU, İDARI YAPISI

Üsküdar, tarihi eskiye dayanan bir yerleşme olarak Boğazın Asya yakasında konumlanmıştır. Üsküdar İlçesi, kuzeyden Beykoz, kuzeydoğudan Ümraniye, doğudan Ataşehir, güneyden Kadıköy ilçeleri ve batıdan İstanbul Boğazıyla çevrilidir. Üsküdar ilçesi yaklaşık 540 000 nüfusu ile 33 mahalleden oluşmakta olup, il nüfusunun %4.94'lük kısmı ile nüfus sıralamasında 6. sırada yer almaktadır.



Harita 3. Gerigörünüm ve Etkilenme Alanlarının Üsküdar İçindeki Konumu

İstanbul Metropoliten Alanı'nın Anadolu yakasında ve Üsküdar İlçesi sınırları içinde yer alan Boğaziçi alanı, güneyinde Üsküdar ilçesine bağlı Çamlıca, Kısıklı-Bulgurlu, Altunizade ve Merkez Bölgesi, batısında Boğaziçi Öngörünüm Bölgesi, doğusunda Ümraniye İlçesi ve kuzeyinde Beykoz İlçesi ile sınırlanmış bulunmaktadır.



Harita 4. Boğaziçi Geri Görünüm ve Etkilenme Alanı Sınırları ile Mahalle Sınırları (04.09.2013 Plan Raporu)

Üsküdar Boğaziçi alanında, ilçenin Bahçelievler, Yavuztürk, Kirazlıtepe ve Güzeltepe mahallelerinin tamamı; Burhaniye, Mehmet Akif Ersoy, Çengelköy, Küçüksu, Küplüce, Kandilli, Ferah, Kuleli, İcadiye, Kuzguncuk ve Beylerbeyi mahallerinin bir kısmı yer almaktadır.

Boğaziçi Alanında Kurumsal Yapı

Boğaziçi'nin "Tarihi ve Doğal Sit Alanı" ve özel kanun kapsamında olması ve söz konusu 2960 sayılı Boğaziçi Kanunu'nun bölgenin imar düzeninin sağlanmasında Büyükşehir Belediyesi'ni ve İlçe Belediyesi'ni

yetkili kılması birçok idari organın birlikte koordineli çalışmasını gerekli kılmaktadır. Mekanda yer kapmak ve rantı bölüşmek amacıyla süreç içinde talebin yönü ve şiddetine göre kurumsal örgütlenmeler ve yasal dayanaklar oluşmuştur. Bu örgütlenmeler ve yasal dayanaklar şöyle sıralanabilir:

Yılı	Yasa No	Oluşturulan Kurum veya Organlar
-----	----------	----------
1983	2863	Kültür ve Tabiat Varlıkları Koruma Yüksek Kurul ve Bölge Kurulları
1983	3386	Bölge ve İl Kurulları
1983	2960	Boğaziçi İmar Müdürlüğü ve Organları
1985	3194	Büyükşehir Belediyesi ve İlçe Belediyeleri
2005	5393	Büyükşehir Belediyesi ve İlçe Belediyeleri
2004	5216	Büyükşehir Belediyesi ve İlçe Belediyeleri
2011	644/648 KHK	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü

Tablo 1. Boğaziçi Alanı'nda Yetkili Kurum veya Organlar

Yapılaşma sorunlarına yanıt vermek üzere süreç içerisinde yeni yasalar çıkarılmakta ve kurumsal yapı bu doğrultuda yeniden tanımlanmaktadır. Ancak yetki ve sorumluluk karmaşası içinde sonuç başarılı olmadıkça, tekrar bir yapılanmaya gidilerek kısır döngüye girildiği görülmektedir. Halen Boğaziçi'nde kararlara etkisi olan kurumlar şunlardır;

- Boğaziçi İmar Yüksek Koordinasyon Kurulu
- Büyükşehir Belediyesi
- İlçe Belediyeleri
- Kültür ve Turizm Bakanlığı (Kültür Varlıkları Koruma Kurulu)
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Tabiat Varlıkları Koruma Komisyonu)

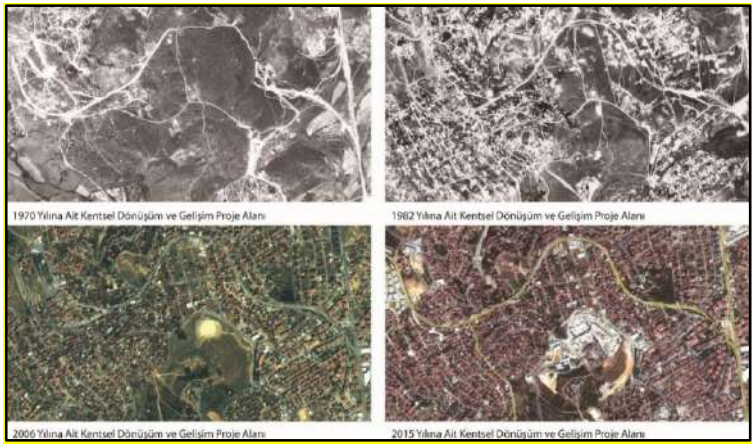
ÜSKÜDAR GERI GÖRÜNÜM VE ETKILENME BÖLGESI'NIN TARIHSEL SÜREÇ İÇERISINDE MEKÂN OLUŞUMU

Üsküdar Boğaziçi alanı 1970'lı yıllardan itibaren göç alarak hızlı bir nüfus artışına maruz kalmıştır (Fotograf 1). Katlanan bu nüfus, Boğaziçi alanında iskansız yeni yerleşim yerlerinin oluşmasına neden olmuştur.

Bölgede mevcut doku incelendiğinde; plan koşullarına göre gelişmemiş, yüksek katlı yoğun ve niteliksiz bir yapılaşma olduğu, bölgedeki kat yüksekliklerinin 1-11 kat arasında değiştiği, genelde 6-8 katlı binaların bulunduğu tespit edilmiştir. Söz konusu alanın büyük bir

bölümünü kaplayan hisseli mülkiyet ve üzerindeki yoğun niteliksiz konut dokusunun mevcut durumda yenilenmesinin mümkün olmamasından ve buna ilave olarak plan kararları ile belirlenen donatı alanlarının fiili olarak işgalli olmasından dolayı, depreme dayanıksız yapılaşma dokusu ve donatı standartları düşük yaşam alanlarının oluştuğu görülmüştür.

Bölge yapı stoğunun imar mevzuatına aykırı olmasının yanı sıra hisseli parsellerin varlığı nedeniyle mülkiyet boyutu ile de oluşmuş sorunlar bölge dönüşümünün önünde büyük bir engel teşkil etmektedir. Uygulanan proje dönüşüm modeli bölgede ana problemlerden olan mülkiyet probleminin çözümüne yönelik öneriler getirmemektedir.
Boğaziçi alanının büyük bir kısmı, başta deprem olmak üzere tabiî afetlerin riski altındadır. Mevcut yapıların doğal afetlere karşı dayanıklı hale getirilmesi oldukça zordur ve olası bir depremde ağır derecede hasar görmeleri olasıdır. Bu yapılaşmaların statik hesaplarının olmaması, yapılarda kullanılan malzemelerin kalitesinin yetersiz olması, proje alanındaki yapıların mevzuatlara uygun yapılmaması, deprem yönetmeliklerinin gerektirdiği yapılaşma koşullarına uyulmamış olması, alanda kentsel dönüşüm ve gelişim projelerinin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır.



Fotoğraf 1: Kentsel Dönüşüm ve Gelişim Proje Alanının Yıllara Göre Yoğunluk Değişimi *(İBB Kent Rehber, 2019)*

KİMLİK, KARAKTER ALANLARI VE ÜSKÜDAR BOĞAZİÇİ GERİ GÖRÜNÜM VE ETKİLENME ALANINDA FARKLI KARAKTERDE YAPILAŞMIŞ ALANLAR

Kentsel tasarımda parsel bazında yapılanma yerine yapılar ve yapılar arası mekânlar bir bütün olarak ele alınmakta ve tasarlanmaktadır. Kentsel geleceğe bakışta da kimlik ve karakter alanlarını tanımlamak

gerekmektedir ve bunlar kamusal mekânı -yani yaşam kalitesini- oluşturur. (Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2017,)

Doğa ve yapılı çevre arasındaki ilişkiler ve işlevlerin karmaşıklığı bölgede karakter alanları olarak tanımlanır. Toplumdaki farklı alanlara ve bunların doğal akışına 'geçiş alanları' denir ve bu alanların içerisinde de karakter alanları tanımlanır ve yer alır. (Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017)

Kimlik; doğal bir süreç sonucunda oluşan kentsel yaşamın özgün dili ve anlatısıdır. Kent kimliği, o kenti görmeyenlerin bile zihinlerinde o kentle ilgili çağrışım yapan değerler bütünüdür. Kent sürekli değişim halinde olan canlı bir organizma gibidir ve bu değişim her ne kadar hızlı ve sürekli olursa olsun, kent kimliği dediğimizde aklımızda oluşan imaj tüm bu değişimlere meydan okuyacak nitelikte güçlü olmalıdır (Karaaslan, 2010).

Kentsel mekânları kimlik ve karakter mekânları olarak detaylandırmak dış mekânın çekiciliğini, canlılıkları tanımlayan arayüzleri, mekânın sınırları ve mekânı oluşturan tüm yapılara ilişkin boyut, ölçek ve kullanımları oluşturmayı gerektirir (Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2017,)

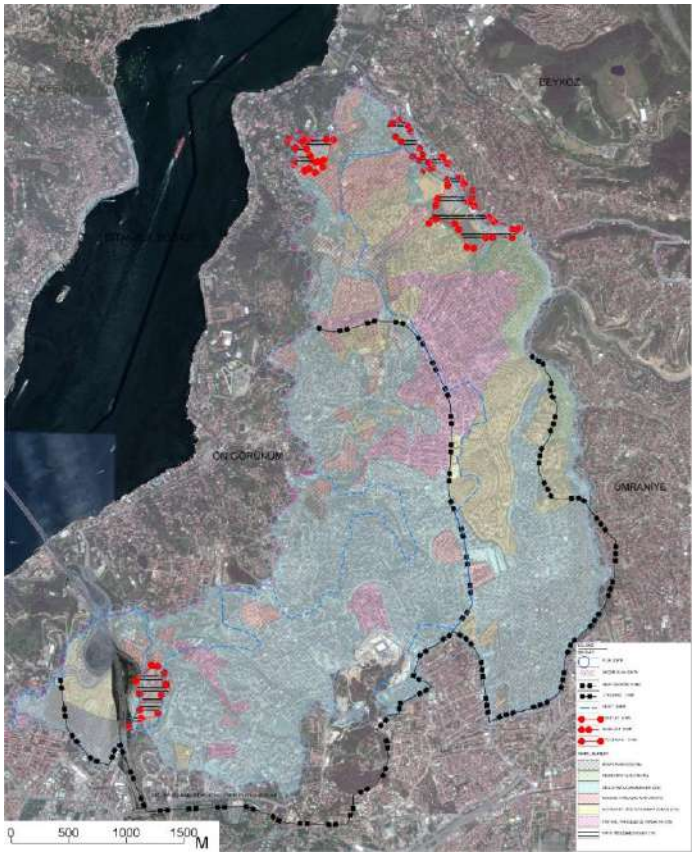
Karakter alanlarını tanımlamak ve kimlik mekânları adına yeniden ele almak demek yüksek kalitede yaşam demektir. Eyleme odaklı bu bakış, yaşam kalitesini yükseltmek ve bunu elde etmek için yeni stratejileri kullanmak anlamına gelmektedir. Karakter alanları bunun en önemli bileşenidir, bunun avantajı mekan kimliği yaratmak, sürdürmek ve oluşturmakta uygunluk, canlılık ve hareketlilik, kimlik ve yaşam kalitesinin oluşturduğu dinamiklerin tanımlanabilmesidir. Kentlerimizde yaşamı yönlendiren kent merkezleri, konut alanları, gelişme alanları özellikli akslar daha farklı bir yaklaşımla yönlendirilmelidirler. Tüm özellikli kentsel alanlar ve onları oluşturan tanımlanmış birimler, yeni stratejilerle tanımlanmalı, kimlik ve karakterini dinamiklerini ortaya çıkaracak, farklılaştıracak yada özellikli kılacak uygun bir bakışı mekana yansıtmak gerekmektedir.

Boğaziçi gibi özellikli hassas bir alanda, gerigörünüm ve etkilenme bölgesinde mevcut yapılaşmış çevrenin sağlıklı ve dengeli bir yapıya kavuşturulabilmesi için, CBS Analizlerine bağlı olarak kentsel karakter alanlarının belirlenebileceği, seçilen pilot alanlarda Kentsel Tasarım Proje ve Rehberleri'nin uygulanabileceği, bu konuda Üsküdar Geri Görünüm ve Etkilenme Bölgesi'nin 2960 sayılı Boğaziçi Yasası bağlamında yaşam kalitesinin yükseltilebilmesi için, bir "model" çerçevesinde imar uygulamasına dönük işlemlerin yapılabileceği tespit edilmiştir. Bu

kapsamda karakter alanlari model'i geliştirilmiş ve model esasları ortaya konulmuştur.

Üsküdar Boğaziçi Geri Görünüm ve Etkilenme Bölgeleri Koruma Amaçlı İmar Planı planlama alanında genel olarak yedi farklı yapılaşma dokusu bulunmaktadır. Bu farklı karakter alanlarının her biri de kendine özgü planlama ve hukuki sorunlar taşımaktadır. Üsküdar Boğaziçi Geri Görünüm ve Etkilenme alanında yer alan yedi farklı karakter alanı (Harita 5) şunlardır:

- Tarihi Yerleşme Dokusu
- Kooparatif, Site Yapılaşma Alanları
- İmar Planları ile Ruhsatlı Yapılaşmış Alanlar
- Hisseli Parsel Kaçak Yapılaşma Alanları
- Gecekondu alanları
- Donatı Alanları
- Müstakil Parsellerde Yapılaşma



Harita 5. İnceleme konusu alanda tespit edilen yedi farklı karakter alanı

Karakter Alanları Modeli, 4 kısımdan oluşmaktadır, ilk kısım model çalışma alanın sınırlarını, modelin amaç ve hedeflerini, planlamada yeni yaklaşımlar ve karakter alan tanımlarını, ikinci kısım mekansal analizleri, üçüncü kısım karakter alanlarının belirlenmesi ve karakter alanları gelişme stratejilerini son bölüm ise karakter alanları ve kentsel tasarım rehberlerinin birlikte işleyişini içermektedir

Bu kapsamda yeniden ele alışta potansiyel karakter alanlarının tanımlanması ve mekan ile yapılanma kalitesi, kimliklerinin kentsel değeri yeniden oluşturularak masaya yatırılması gerekir. Kentsel ortak dil ancak böyle sağlanabilir amaç parçalı yapıya bütünsel bir bakışı oluşturmaktır. Karakter alanları olarak tanımlanan birimler her biri ayrı ayrı değerlendirilmelidir.

UYGULAMA ARAÇLARI AÇISINDAN BOĞAZİÇİ GERİ GÖRÜNÜM VE ETKİLENME BÖLGESİ

Mülkiyet dokusunun özellikleri dikkate alındığında, özellikle paylı mülkiyetli ve imar uygulaması görmemiş alanların çokluğu göz önünde tutulduğunda, imar uygulama araçlarını, bu mülkiyet yapısı karşısında vatandaşların beklentilerine göre, özel parselasyonu dikkate alarak imar hakları doğrultusunda modellemek doğru olacaktır. Özellikle kaçak ve imara aykırı yapılaşmalarda yaşayan vatandaşların beklentileri, olasılıkla ve öncelikle taşınmazlarının müstakil tapularını alarak, güvenceye kavuşmaktır ve bu vatandaşların "kentsel dönüşüm" beklentileri de, tapu güvencesinden sonra gelmesi gereken aşamadır. Kentsel dönüşüm yapılacaksa da, vatandaşların büyük bölümünün beklentisi, bunun öncelikle var olan kaçak ya da imara aykırı yapıları üzerinden hak sahibi olmalarının sağlanması, sonra da bu hak sahipliğinin büyütülmesidir. Bunlar dikkate alındığında aşağıdaki uygulama araçlarının üzerinde düşünmek yararlı olacaktır. Aslında mekânsal planların da bu uygulama araçlarıyla bütünleşen plan kararları vermeleri gerekir.

Uygulama araçlarının modellenebilmesi için, öncelikle planlama bölgesinde hem toprak üzerindeki, hem de onun bütünleyici parçaları olan yapılaşmalarla ilgili mülkiyet analizlerinin yapılması gerekir. Amaç, karakteristik alanların (dokuların) tanımlanmasıdır. Bu tanımlar yapılabilirse, araç seçimleri de ona göre olacaktır.

6306 sayılı yasa tartışmaları bağlamında, değişik yazınlarda tanımlanan karakteristik alanlara örnek olarak şunlar verilebilir:

- Ada bazlı çözümlemeler
- Kat mülkiyetine geçen yapı gruplarına yönelik çözümlemeler
- Toplu konut alanlarına ve sitelere yönelik çözümlemeler

- 2981 sayılı İmar Affı Yasası'na göre yapılaşan alanlarda yapılacak modellemeler
- 2981 sayılı Yasanın uygulanamadığı gecekondu alanlarında uygulama araçları
- Tümüyle ruhsat; inşaat ruhsatı olup, yapı kullanma izni olmayan yapı gruplarına yönelik araçlar
- Tarihi dokulara yönelik araçlar
- Yapılaşmamış hisseli alanlar

Bu sınıflandırmalar, Boğaziçi alanı bölge özellikleri de dikkate alınarak geliştirilebilir. Bu sınıflandırmalar yapıldıktan sonra çözüm araçlarıyla tipolojileri ilişkilendirmek gerekir.

SONUÇ

Hızla gelişen, değişen, nüfusu giderek artan ve kültür mirası açısından da son derece zengin olan kentlerimizde, mevcut durumu değerlendirerek, eskimeye başlayan kentsel alanları kentlerimize kazandırmak, onların canlanmalarını, gelişmelerini ve ıslahlarını sağlamak, kentlerimiz için büyük bir getiri anlamına gelecektir.

Özellikle kaçak yapılaşmaların oluşmaya ve yasal nitelik kazanarak sınırlarını daha da genişletmeye başladıkları 1950-70 arası dönem Boğaziçi'nin yok oluş sürecinin başlangıç noktasıdır. 1960'lardan günümüze kadar plansız ve denetimsiz büyüyen İstanbul'da Boğaziçi gibi özel önemi olan ve bu her fırsatta "yasal düzenlemeler" ile vurgulanan hatta kendine özel bir koruma yasası bulunan bir alan 30 yıl içinde yasal ve yasadışı yollardan talan edilmiş, tarihsel imgesini büyük ölçüde kaybetmiştir.

Bilinmelidir ki, Boğaziçi Alanında, 3194, 2863, 2960 sayılı yasalar açısından öncelikle uygulanması gereken yasa 2960 sayılı Boğaziçi Yasası'dır. Dolayısıyla inceleme konusu alanda yapılan imar çalışmalarına ilişkin olarak, referans noktası olarak alınması gereken husus 2960 sayılı Boğaziçi Kanunu'nun ilgili yapılaşma hükümleri olup, imar planında öngörülen yapılaşma oranlarının 2960 sayılı yasanın 10. maddesine tanımlanan yapılaşma değerlerini aşmaması zorunluluğudur.

Saha incelemeleri ve gözlemler, belgelerin incelenmesi, eleştiriler ve tartışmalar, mülkiyet oluşum süreçlerinin karmaşaları da dikkate alındığında, Boğaziçi alanında yapılacak dönüşüm çalışmalarının, mekânda çözüm üretmesi kolay değildir. Bölgede yaşayanların, deprem riskinden dolayı, özel şahıs mülkiyetindeki hisseli alanlarda, 2960 sayılı Boğaziçi Kanunu ve verilen imar hakları çerçevesinde binalarının yerinde

dönüştürülerek sağlıklı kentsel mekânların oluşmasının sağlanması hedeflenmektedir.

Boğaziçi gibi özellikli hassas bir alanda, Gerigörünüm ve Etkilenme Bölgesi'nde mevcut yapılaşmış çevrenin sağlıklı ve dengeli bir yapıya kavuşturulabilmesi için, CBS analizlerine bağlı olarak kentsel karakter alanlarının belirlenerek, Üsküdar Geri Görünüm ve Etkilenme Bölgesi'nin 2960 sayılı Boğaziçi Yasası bağlamında yaşam kalitesinin yükseltilebilmesi için, bir "model" çerçevesinde imar uygulamasına dönük işlemler yapılabilecektir.

Yeni, düzenli ve estetik yerleşim alanları ile bölgede yeni yapılan konutların maddi değeri artacaktır. Dönüşüm sonrası bölgede oluşacak değer artışının paylaşım modelinde dikkate alınması gereklidir. Bu parametrenin hak sahipliğinde ve dağıtım modelinde kullanılması inşaat alanında azalmaya neden olmakla birlikte vatandaşların haklarında herhangi bir kayba neden olmayacaktır. Bu durumun göz ardı edilmesi bölge dönüşümünde birim adet odaklı çözümlere yönelinmesine neden olacak ve Boğaz bölgesinde yoğun betonlaşmaya neden olacaktır. Çok büyük hisseli parsellerin imar uygulama araçlarının kombine edilerek uygulanması ile daha küçük parçalara ayrılarak anlaşma olasılıklarının artırılması, anlaşma ve bilgilendirme ofislerinin yaygınlaştırılması, vatandaşların kendi mülkiyetleri üzerinde gönüllülük esasına göre uygulama yapılmasının önünü açacaktır.
Sosyal ve teknik altyapi ihtiyaçlarını yeterli ölçüye ve çağdaş kent yaşamının gerektirdiği kaliteye kavuşturulacak, Yeni donatı alanları (okul, hastane, park vb. Alanlar) oluşturulacak, Planlama alanının ulaşım sistemi yeniden düzenlenecektir.

KAYNAKLAR

Arıoğlu, G., (2004), İstanbul Büyükdere Piyasa Caddesinin Oluşumu, Gelişimi ve Günümüz Şartlarında Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çubuk, M., (1994), "Boğaziçi" Maddesi, Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi, Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı, İstanbul.

Ekinci, O., (1994a), İstanbul'u Sarsan On yıl 1983-1993, Anahtar Kitaplar Yayınevi, İstanbul.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Boğaziçi İmar Müdürlüğü, 2006.

Kara A., (2013), "Kentsel Dönüşümlerde Kentsel Kimliğin Sürdürülebilirliği; Trabzon Zagnos Vadisi Kentsel Dönüşüm Projesi Örneği, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Kasapgil, M. Oytun, (2011), Sarıyer Yenimahalle Ve Merkez Mahallesi'nde Kentsel Sit Alanı Koruma Projesi, İTÜ. Fen Bilimleri Enstütüsü, İstanbul.

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2017), Kentsel Mekânsal Standartların Geliştirilmesi, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yayını, İstanbul

Özden, P. P., (2006). "Türkiye'de Kentsel Dönüşümün Uygulanabilirliği Üzerine Düşünceler". İ.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 215-233.

Smith, N., (2002), "New Globalism, New Urbanism: Gentrification As Global Urban Strategy", Antipode, Vol. 34, pp. 427-450.

https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2960.pdf (Erişim Tarihi:09.11.2019)

Yazıcı, Y., (1993), Bütün yönleriyle Boğaziçi'ndeki cennet : Sarıyer, Form Yayınları,

İstanbul.

Yazıcıoğlu, M. Lütfi. (1980). Boğaziçi Kıyı Yapıları Tarihsel Biçimlenişleri Çağdaş Biçimlenişlerde Temel İlkeler Önerisi. İstanbul: YTÜ.

İBB Kent Rehber,(2019), https://sehirharitasi.ibb.gov.tr/

Üsküdar Belediyesi, 04.09.2013 T.T. Boğaziçi Geri Görünüm ve Etkilenme Bölgesi Plan Raporu, İstanbul.

SCIENCE AND MATHEMATICS SCIENCES
FEN VE MATEMATİK BİLİMLERİ

BIOCHEMISTRY
BİYOKİMYA

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ZEYTİNYAĞI DEODERİZE DİSTİLATLARINDA BULUNAN TOKOL TÜRLERİNİN MONOLİTİK KOLON VE KEMOMETRİ KULLANILARAK TAYİNİ

Determination of Tocol Species in Olive Oil Deoderizer Distillate Using Monolithic Columns and Chemometrics

İsmail Tarhan[1]

1(Arş. Gör. Dr.); Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Konya-Türkiye, ismtarhan@gmail.com, ismtarhan@selcuk.edu.tr

Öz: Deoderizasyon, düşük basınçlarda (4-8 mmHg) ve yüksek sıcaklıklarda (180-200 ° C) buhar damıtma dahil olmak üzere arıtma işleminin son adımıdır (Petrakis, 2006). Bu işlemde serbest yağ asidi, pestisitler, herbisitler, kokular (aldehitler ve ketonlar) dahil olmak üzere istenmeyen maddeleri uzaklaştırmak için, yenilebilir yağlara su buharı gönderilmektedir. Deoderizasyon adımının aşırı koşullarının bir sonucu olarak, yağda kalması istenen değerli biyoaktif bileşikler, yağdan uzaklaşmakta ve deoderize distilatında birikmektedir. Fitosteroller, tokoferoller, skualen, vb., yenilebilir yağların biyoaktif bileşikleri olarak adlandırılmakta ve yenilebilir yağların en önemli kısımlarının çoğunu oluşturmaktadırlar. Özellikle tokol türlerinden alfa-tokoferol, yüksek E vitamini etkinliği ile bilinmektedir. Alfa tokoferol başta olmak üzere diğer tokol türleri de yenilebilir yağların oksidasyon dirençlerini oluşturan başlıca bileşenlerdir. Ayırma yöntemleri alanlarında, biyoaktif bileşiklerin ayrılması için monolitik kolonlar çokça kullanılmaktadır. Tek bir üniteden oluşan yüksek akış hızlarında bile düşük kolon basıncına sahip olma bakımından üstün özellikleri nedeniyle bugünün favori ayırma tekniklerinden biridir ve gözenekli yapısı geleneksel kromatografi kolonlarından daha iyi ayırma özellikleri gösterebilmektedir (Guiochon, 2007; Núñez, Nakanishi ve Tanaka, 2008). Bu çalışmada, OODD'de fitosterollerin belirlenmesi için monolitik kolon ve kemometri kullanılarak yeni bir yöntem incelenmiştir. Sonuçlar OODD'nin alfa-tokoferol (15413.14 ± 0.53 mg/kg), beta-tokoferol (3705.20 ± 1.33 mg/kg), gama-tokoferol (12968.11 ± 1.44 mg/kg) ve sigma-tokoferol (361.92 ± 2.06 mg/kg) türlerini içerdiğini göstermektedir. Çalışılan numunede herhangi bir tokotrienol türevine rastlanmamıştır. Ayrıca, geliştirilen yöntemin doğrulanması da istatistiksel metotlar kullanılarak yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deoderizasyon, Deoderize distilat, Tokol, Tokoferol, Monolitik kolon, Zeytinyağı.

Abstract: Deodorization is the final step of the refining process including steam distillation at low pressures (4-8 mmHg) and high temperatures (180-200°C) (Petrakis, 2006). In order to remove unwanted substances including free fatty acid, pesticides, herbicides, odours (aldehydes and ketones), water steam is sent into the edible oils. As a result of the extreme conditions of the deodorization step, valuable bioactive compounds desired to remain in the oil move away from the oil and accumulate in the deodorizer distillate. Phytosterols, tocopherols, squalene, etc. are called as the bioactive compounds of edible oils and they compose of most of the unsaponifiable fraction of edible oils. Alpha-tocopherol, especially tocol species, is known for its high vitamin E activity. Alpha tocopherol and other types

of tocol are the main constituents of the oxidation resistance of edible oils. In the fields of separation methods, monolithic columns have been broadly used for separation of bioactive compounds. They are one of today's favorite separation techniques due to their superior features in terms of having low column pressure even at high flow rates, consisting of a single unit and the their porous structure can shows better separation properties than traditional chromatography columns (Guiochon, 2007; Núñez, Nakanishi, & Tanaka, 2008). In this study, a new method for determintion of phytosterols in OODD has been investigated using monolithic columns and chemometrics. The results showed that OODD has campesterol (11.77 ± 0.25 mg/kg), β-sitosterol (14.67 ± 0.30 mg/kg) and stigmasterol (108.56 ± 0.18 mg/kg). Also, the validation of the developed method has been done.

Keywords: Deodorization, Deodorizer distillate, Monolithic columns, Olive oil, Tocol, Tocopherol.

1. GİRİŞ

Dünyada ve Ülkemizde her yıl milyonlarca ton ham yağ içerdiği safsızlıkların uzaklaştırılması amacıyla rafine edilmektedir. Ülkemizde ise senede 1.500.000 ton ham yağ, rafinasyon işlemine tabi tutulmakta ve bu proseste büyük miktarlarda önemli yan ürünler elde edilmektedir. Birçok biyoaktif bileşenin yağdan uzaklaşıp distilata geçtiği deoderizasyon kademesinde yağın %1'i kadar deoderize distilat oluşmaktadır. Başta küçük gibi görünen bu oranın, yılda rafine edilen yağ miktarı dikkate alındığında (15.000 ton) önemi anlaşılmaktadır (Tarhan, 2018).

Zeytinyağı üretiminde lider ülkeler arasında olan ülkemizde direkt kullanımı uygun olmayan milyonlarca ton zeytinyağı fiziksel ya da kimyasal rafinasyon yöntemleriyle kullanıma uygun hale getirilmektedir. Bu işlemler esnasında birçok kademede önemli yan ürünler oluşmaktadır. Bunlardan en önemlisi ve en büyük katma değere sahip olanı, deoderizasyon kademesinde meydana gelen deoderize distilattır. Yağa koku, tat-aroma, asitlik ve renk veren maddelerin uzaklaştırıldığı bu aşamada, ulaşılan yüksek sıcaklıklar sebebiyle, zeytinyağında yüksek miktarlarda bulunan başta tokoferol, sterol ve skualen v.b., maddeler olmak üzere doğal antioksidan özelliğine sahip ve yağda bulunması istenen çeşitli biyoaktif bileşenler yağdan uzaklaşıp distilata geçmekte ve atık olarak değerlendirilmektedir. İlgili biyoaktif bileşenlerin en önemlileri tokoferol türevleri (α-, β-, γ-, δ-), fitosterol türevleri (Birassikasterol, kampesterol, stigmasterol, sitosterol) ve skualendir. Yüksek katma değere sahip olan ve genellikle ithal edilen bu önemli biyoaktif bileşenlerin distilat içerisindeki türlerinin ve miktarlarının kolaylıkla belirlenebilmesi, bu maddelerin geri kazanılması ve değerli ürünlere dönüştürülmesi açısından ayrı bir öneme sahip olmaktadır (Tarhan, 2018).

Günümüzde ayırma metotlarının kullanıldığı alanlarda, özellikle biyokimya alanında yapılan ayırmalarda monolitik kolonlar sıklıkla öne çıkmaya başlamıştır. Yüksek akış hızlarında dahi düşük kolon basıncına sahip olması, tek bir birimden oluşması, kolon içerisinde sentezlenebilmesi, karışık matrislerde bulunan ve ayrılması hedeflenen biyomoleküller için doğal sensör özellikleri gösterebilmesi ve sahip oldukları gözenekli yapıları ile geleneksel kolonlara göre daha iyi ayrım özellikleri gösterebilmelerinden dolayı monolitik kolonlar, günümüzün gözde ayırma tekniklerinden biridir.

Gerçekleştirilmiş olan bu çalışmanın amacı; zeytinyağının rafinasyonu esnasında deodorizasyon kademesinde elde edilen deodorize distilatının içerdiği tocol türlerinin standart metotlarla incelenmesi ve tokoferol türleri gibi katma değeri yüksek ve insan sağlığı açısından son derece önemli biyoaktif bileşenin, standart kromatografik metotlarla karşılaştırarak üstün ayırma özelliklerine sahip monolitik kolonlarla tayinlerini incelemektir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Kullanılan Numune ve Kimyasallar

Analizi yapılan OODD numunesi yerel bir yağ rafinasyon tesisinden temin edilmiştir. Deneysel çalışmalarda kullanılan tüm kimyasallar ve çözücüler metoduna göre analitik veya kromatografik saflıkta olup başlıca Merck, Fluka, Sigma-Aldrich, Supelco ve LabScan firmalarından temin edilmiştir.

2.2. Tokol Miktarının Standart Sıvı Kromatografisi İle Tayini

2.2.1. Numunelerin Hazırlanması

OODD numunesinin tokoferol-tokotrienol miktarlarının tayini için AOCS'nin standart Ce 8-89 metodunun (AOCS, 2017), Agilent tarafından EVOO'nın tokoferol-tokotrienol miktarlarının tayini için modifiye edilmiş hali (Agilent, 2016) kullanılmıştır. İlgili metoda göre uygun ve temiz bir tüp içerisine analizi yapılacak OODD'den yaklaşık 0.2 g tartılmış ve 1000 mL n-heptan içerisinde çözülmüştür. Ardından 25 mm PTFE şırınga filtreden geçirilmiş ve 1.5 mL hacme sahip kapaklı cam viallere doldurularak analize hazır hale getirilmiştir.

2.2.2. Kromatografik Şartlar

N-heptanda çözülerek analize hazır hale getirilmiş olan numunenin analizi, otomatik analiz yapabilen ve FLD dedektöre sahip Agilent 1200 (CA, ABD) HPLC cihazında gerçekleştirilmiştir. Cihaz, Chemstation (CA, ABD) yazılımı ile kontrol edilmiştir. Analize hazır numuneler Agilent'in metoduna göre (Agilent 2016) analiz edilmiştir. İlgili metoda ait kromatografik şartlar Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Tokol Tayini HPLC Kromatografik Şartları (Agilent, 2016)

Sabit Faz (Kolon)	Teknokroma Lichrospher 100 Diol 5µm 250x4 mm
Hareketli Faz	%95n-Heptan-%5tersiyer bütil metil eter
Hareketli Faz Akış Hızı (mL/dk)	1.0
Dedeksiyon	FLD Uyarma: 298nm, Emisyon: 330nm
Analiz Süresi (dk)	45
Enjeksiyon Miktarı (µL)	10
Kolon Fırını Sıcaklığı (ºC)	35
Ulaşılan Kolon Basıncı (Bar)	45

2.2.3. Metodun Kalibrasyonu

Tokoferol miktarının tayini için 0, 10, 25, 50, 75 ve 100 mg/L konsantrasyonlarına sahip α, β, γ ve δ tokoferolleri içeren standart çözeltiler hazırlanmış ve Çizelge 2.1'deki parametrelere göre sisteme enjekte edilerek kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur. Kalibrasyon grafiği oluşturulurken tokoferol türlerinin pik alanları ile bilinen konsantrasyonları dikkate alınmıştır. Tokoferol miktarı belirlenmek istenen numunelerin analizi sonucu elde edilen kromatogramlardaki pik alanları dikkate alınarak ve kalibrasyon grafiği kullanılarak, tokoferol miktarları yazılım tarafından otomatik olarak hesap edilmiştir.

Tokotrienol miktarının tayini için, Çizelge 2.1'deki parametrelere göre tokotrienol içeriği bilinen palm yağı sisteme enjekte edilerek tokotrienol türlerinin çıkış zamanları tespit edilmiş ve metot kalibre edilmiştir. Numunelerin analizi sonucu elde edilen kromatogramlardaki pik çıkış zamanları dikkate alınarak, tokotrienol içerip içermediği tespit edilmiştir.

2.3. Deneysel Tasarım

Monolitik kolon kullanarak 8 tokol türünün (alfa tokoferol, beta tokoferol, gama tokoferol, sigma tokoferol, alfa tokotrienol, beta tokotrienol, gama tokotrienol, sigma tokotrienol) kantitatif olarak tayini için, hareketli faz polaritesi (P'), hareketli faz akış hızı (mL/dk) ve kolon fırını sıcaklığı (^{o}C) parametrelerinin optimum değerleri kemometrik yöntemlerden faydalanılarak tespit edilmiştir. Çizelge 2.2'de optimizasyonu yapılacak parametreler ve kodlanmış seviye değerleri verilmiştir. 1.68 seviyesi, üç bağımsız değişken için ortogonal merkezi kompozit tasarımın eksen noktasını temsil etmektedir.

Çizelge 2.2. Tokol Türlerinin Tayini İçin Optimizasyonu Yapılacak Olan Parametreler ve Kodlanmış Seviye Değerleri

Seviye	-1.68179	-1	0	+1	+1.68179
Hareketli faz polaritesi (P')	5.16	5.50	6.00	6.50	6.84
Hareketli faz akış hızı (mL/dk)	1.66	2.00	2.50	3.00	3.34
Kolon Fırını Sıcaklığı (°C)	21.59	25.00	30.00	35.00	38.41

Çizelge 2.2'deki seviyeler, HPLC sisteminin çalışma prensipleri göz önünde bulundurularak seçilmiştir. HPLC sisteminde yüksek akış hızlarının, fazla çözücü harcaması sebebiyle deneysel tasarımın ikinci faktörü olan akış hızı için seviye değerleri 1.66 – 3.34 mL/dk olarak seçilmiştir. Ayrıca HPLC sisteminin kolon fırını bölmesinin uygun çalışma aralığı 20 – 40 °C olduğu için deneysel tasarımın sıcaklık faktörü için seviye değerleri 21.59- 38.41 °C olarak seçilmiştir. Monolitik kolon kullanarak 8 tokol türünün (alfa tokoferol, beta tokoferol, gama tokoferol, sigma tokoferol, alfa tokotrienol, beta tokotrienol, gama tokotrienol, sigma tokotrienol) kantitatif olarak tayini için 5 seviyeli 3 faktörlü kısmi bir deneysel tasarım kullanılmıştır (Brereton, 1997). İlgili tasarım Çizelge 2.3'de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Tokol Türlerinin Tayini İçin Kullanılan Deneysel Tasarım Ve Her Bir Deneyde Parametrelerin Sahip Olduğu Seviye Kodları

Tasarım Sırası	Hareketli faz polaritesi (P')	Hareketli faz akış hızı (mL/dk)	Kolon fırını sıcaklığı (°C)	Analiz Sırası
1	-1	-1	-1	2
2	1	-1	-1	16
3	-1	1	-1	4
4	1	1	-1	19
5	-1	-1	-1	3
6	1	-1	-1	17
7	-1	1	-1	5
8	1	1	-1	18
9	-1.68179	0	0	1
10	1.68179	0	0	20
11	0	-1.68179	0	6
12	0	1.68179	0	7
13	0	0	-1.68179	8
14	0	0	1.68179	9
15	0	0	0	10
16	0	0	0	11
17	0	0	0	12
18	0	0	0	13
19	0	0	0	14
20	0	0	0	15

Analizler tasarımdaki sıraya göre yapılmak istendiğinde bazı zorluklar meydana gelmektedir. Örneğin; faktörlerin seviyeleri arasındaki geçişler düşünüldüğünde, deney esnasında en çok zaman harcayan seviye geçişleri

hareketli fazın polaritesine ait olmaktadır. Çünkü bu faktörün seviyesi değiştirilmek istendiğinde, tüm sistemin bu yeni polarite değerine sahip çözelti ile şartlandırılması gerekmekte ve bu da zaman kaybına sebebiyet vermektedir. Bu sebeple Çizelge 2.3'de verilmiş olan deney sıraları, tasarımın yapısı gözetilerek değiştirilmiştir.

2.4. Model Eşitliği ve Cevap Değeri

Kemometrik yöntemlerden faydalanarak tokol türlerinin tayini için 8 tokol türünün (alfa tokoferol, beta tokoferol, gama tokoferol, sigma tokoferol, alfa tokotrienol, beta tokotrienol, gama tokotrienol, sigma tokotrienol) içeren bir standart karışım hazırlanmış ve Çizelge 2.3'de verilen her bir deneysel koşula göre aynı anda ve 3 tekrarlı olarak HPLC sistemine enjekte edilmiştir. Her bir analizden elde edilen kromatogramlar kullanılarak o analize ait kromatografik ayırma gücü (R_s) hesaplanmıştır. Kromatografik ayırma gücü hesaplanırken, birbirine en yakın iki pik dikkate alınmıştır. Bu şekilde Çizelge 2.3'deki her bir deneysel koşuldan bir R_s değeri elde edilmiş ve Denklem 2.1 kullanılarak her bir deneysel koşul için cevap değeri oluşturulmuştur. Gerçekleştirilmiş olan bu çalışma kapsamında ayrılmaları sağlanan biyoaktif türlerin, preparatif seviyede de ayrımlarını başarabilmek için yapılmış olan tüm kromatografik ayırmalarda birbirine en yakın çıkan iki pik için R_s değerinin 3.6'ya eşit ya da yakın olması istenmiştir. Bu sebeple cevap değeri olarak, her bir deneysel tasarımdan elde edilen R_s değeri 3.6'dan çıkarılıp mutlak değeri alınmış ve elde edilen değerin de tersi bulunarak cevap değeri oluşturulmuştur. Bu sayede elde edilen R_s değerleri, artan değerlerle ifade edilmiştir. Cevap değeri en büyük değere sahip olan tasarım en iyi tasarım olarak değerlendirilmiştir.

$$\text{Cevap değeri: } \frac{1}{|Rs-3.6|} \quad (2.1)$$

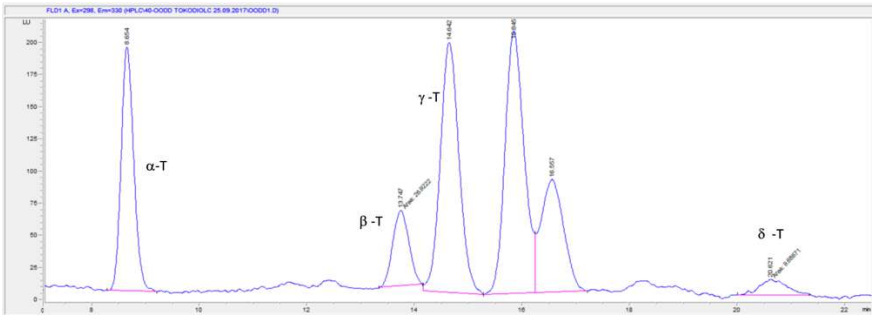
Elde edilen cevap değerleri, yüzey grafiklerinin çizdirilmesine imkan veren kuadratik model eşitliğin hesaplanmasında kullanılmıştır. Kemometrik yöntemlerden faydalanarak tokol türlerinin tayini için optimize edilen hareketli faz polaritesi, hareketli faz akış hızı ve kolon fırını sıcaklığı parametreleri için 3 adet yüzey grafiği çizdirilerek optimum değerler tespit edilmeye çalışılmıştır.

3. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

3.1. Tokol Miktarının Standart Sıvı Kromatografisi İle Tayini

Çalışma kapsamında analize hazırlanan OODD numunesinin içerdiği tokol türleri, HPLC cihazı kullanılmıştır. Şekil 3.1'de OODD numunesinin tokol türlerinin kromatogramı verilmiştir.

Şekil 3.1. OODD Numunesinin Tokol Türlerine Ait Kromatogramı



Kullanılmış olan kromatografik metoda göre tokol türlerinin çıkış sırası alfa tokoferol, beta tokoferol, gama tokoferol ve sigma tokoferol şeklinde olmuştur (Çizelge 3.1). Herhangi bir tokotrienol türü tespit edilememiştir.

Çizelge 3.1. OODD Numunesinin Tokol Miktarları

	α-tokoferol (mg/kg)	**β-tokoferol (mg/kg)**	**γ-tokoferol (mg/kg)**	**δ-tokoferol (mg/kg)**	**Toplam tokoferol (mg/kg)**
OODD ± SD	15413.14 ± 0.53	3705.20 ± 1.33	12968.11 ± 1.44	361.92 ± 2.06	32449.17 ± 0.83

Yapılmış olan çalışmada kullanılan OODD numunesinin sterol miktarı literatüre uygun bir aralıkta çıkmıştır. En yüksek değer stigmasterol türünden elde edilmiştir.

3.2. Deneysel Tasarım

Monolitik kolon kullanarak 8 tokol türünün (alfa tokoferol, beta tokoferol, gama tokoferol, sigma tokoferol, alfa tokotrienol, beta tokotrienol, gama tokotrienol, sigma tokotrienol) kantitatif olarak tayini için, hareketli faz polaritesi (P'), hareketli faz akış hızı (mL/dk) ve kolon fırını sıcaklığı (^{o}C) parametrelerinin optimum değerlerinin tespiti Çizelge 2.2'de verilen seviye değerleri ve Çizelge 2.3'de verilen deneysel tasarım kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre (Çizelge 3.2) quadratik polinomal model eşitliği hesaplanmış ve Denklem 3.1'de verilmiştir.

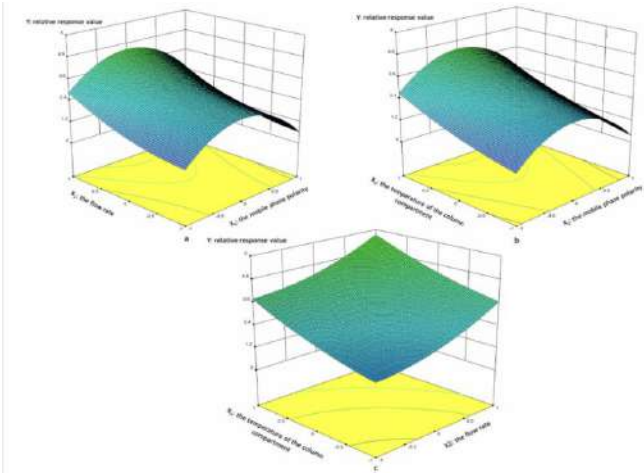
$$Y= 3.1215 - 0.144935A + 1.00319B + 1.06679C + 0.02225AB + 0.04525AC - 0.0025BC - 1.76159A^2 + 0.439104B^2 + 0.238639C^2 \quad (3.1)$$

Çizelge 3.2. Tokol Türlerinin Kromatografik Ayrım Parametrelerinin Tayini İçin Kullanılacak Olan Yüzey Grafiklerinin Elde Edilmesinde Kullanılan Bağımsız Değişkenlerin Seviyeleri Ve Elde Edilen Cevap Değerleri

Analiz Sırası	Bağımsız Değişkenler						Y (Cevap Değeri)
	A (Hareketli faz polaritesi (P'))	Seviyesi	B (Hareketli faz akış hızı (mL/dk))	Seviyesi	C (Kolon fırını sıcaklığı (°C))	Seviyesi	
1	5.16	-1.68179	2.50	0	30.00	0	0.443
2	5.50	-1	2.00	-1	25.00	-1	0.777
3	5.50	-1	2.00	-1	35.00	1	0.681
4	5.50	-1	3.00	1	25.00	-1	0.710
5	5.50	-1	3.00	1	35.00	1	0.608
6	6.00	0	1.66	-1.68179	30.00	0	2.431
7	6.00	0	3.34	1.68179	30.00	0	10.638
8	6.00	0	2.50	0	21.59	-1.68179	1.626
9	6.00	0	2.50	0	38.41	1.68179	10.309
10	6.00	0	2.50	0	30.00	0	2.976
11	6.00	0	2.50	0	30.00	0	3.006
12	6.00	0	2.50	0	30.00	0	3.012
13	6.00	0	2.50	0	30.00	0	2.970
14	6.00	0	2.50	0	30.00	0	3.067
15	6.00	0	2.50	0	30.00	0	2.953
16	6.50	1	2.00	-1	25.00	-1	0.257
17	6.50	1	2.00	-1	35.00	1	0.346
18	6.50	1	3.00	1	35.00	1	0.358
19	6.50	1	3.00	1	25.00	-1	0.283
20	6.84	1.68179	2.50	0	30.00	0	0.177

Cevap değerleri ile bağımsız değişkenlerin seviyeleri arasındaki ilişkiyi görselleştiren ve bu sayede değişkenlerin optimum noktalarının tespitini mümkün kılan yüzey grafikleri, Denklem 3.1'deki polinomal quadratik model kullanılarak çizdirilmiştir. Hareketli fazın polaritesi-hareketli fazın akış hızı, hareketli fazın polaritesi-kolon fırını sıcaklığı ve hareketli fazın akış hızı-kolon fırını sıcaklığı etkileşimlerini gösteren ikili yüzey grafikleri aşağıda verilmiştir (Şekil 3.2)

Şekil 3.2. Tokol Türlerinin Ayrımında Hareketli Fazın Polarite Ve Akış Hızı Parametrelerinin Optimizasyonu İçin Oluşturulan Yüzey Grafiği



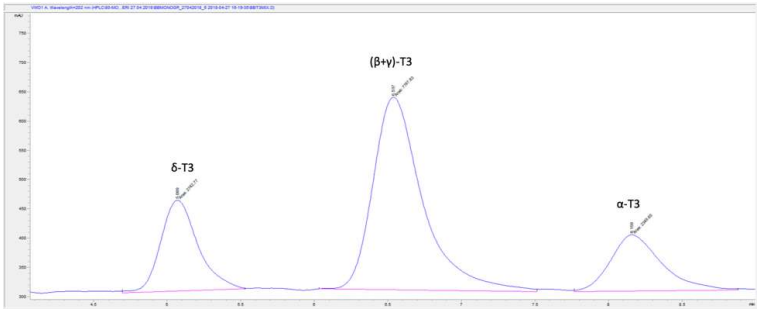
3 yüzey grafiği (Şekil 3.2) birlikte değerlendirildiğinde, tokol türlerinin monolitik kolonla ayrımında kullanılacak olan parametrelerin optimum değerleri hareketli fazın polaritesi için 6.00; hareketli fazın akış hızı için 3.34 mL/dk ve kolon fırını sıcaklığı için ise 38.41 ºC olarak tespit edilmiştir. Fakat yüksek akış hızları daha çok kimyasal atığa yol açacağı ve analiz maliyetlerini de arttıracağı için hemen hemen aynı yükseklikte cevap değeri veren ve daha düşük bir akış hızına sahip olan 9 numaralı deneysel tasarım, tokol türlerinin ayrımı için seçilmiştir. Bu tasarımın şartları, tokol türlerinin monolitik kolonla ayrımı için optimum şartlar olarak seçilmiş ve Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Tokol Türlerinin Monolitik Kolonla Ayrımı İçin Tespit Edilen Optimum Kromatografik Şartlar

Sabit Faz (Kolon)	Merck Chromolith Performance RP-18 100mmx4.6mm Monolitik kolon
Hareketli Faz	%82Metanol-%18Su
Hareketli Faz Polaritesi	6.00
Hareketli Faz Akış Hızı (mL/dk)	2.50
Dedeksiyon	UV-VIS 202 nm
Analiz Süresi (dk)	2
Enjeksiyon Miktarı (µL)	20
Kolon Fırını Sıcaklığı (ºC)	38.41
Ulaşılan Kolon Basıncı (Bar)	68

Çizelge 3.3'de verilen kromatografik şartlarda analizi yapılan 4 tokoferol türünün analizinden elde edilen kromatogram Şekil 3.3'de verilmiştir.

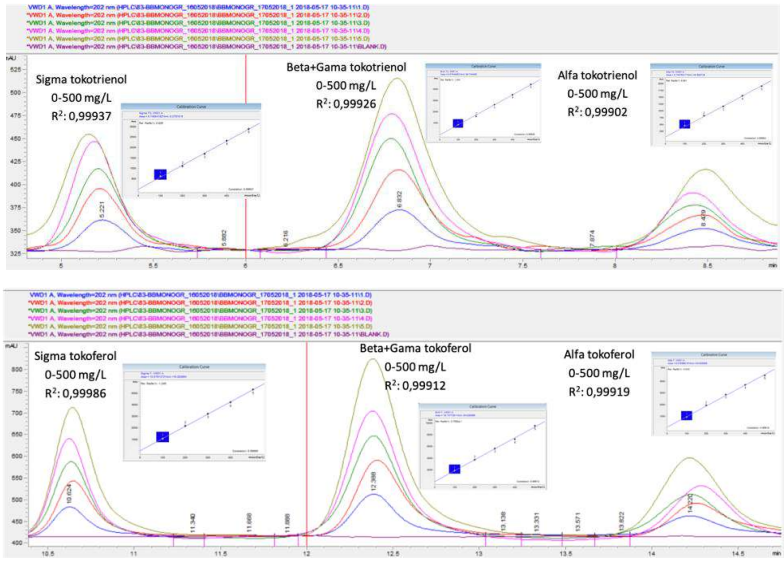
Şekil 3.3. Tokol Türlerinin Monolitik Kolon Kullanılarak Optimum Şartlarda Gerçekleştirilen Analizinin Kromatogramı



3.3. Geliştirilen Metodun Kalibrasyonu ve Validasyonu

Geliştirilen metodunun kromatografik parametrelerinin optimizasyonu gerçekleştirildikten sonra, içeriği bilinmeyen OODD numunelerinin kantitatif olarak tayini için ilgili metodun kalibrasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 0-500 mg/L tokol türlerinden hazırlanan kalibrasyon standartlarının geliştirilen metot parametrelerine göre HPLC sistemine enjekte edilmiş ve kalibrasyon grafikleri elde edilmiştir (Şekil 3.4).

Şekil 3.4. Geliştirilen Metodunun Kalibrasyonu İçin Hazırlanan Standart Tokol Karışımlarının Verdiği Pikler Ve Kalibrasyon Grafikleri



Geliştirilen metodunun validasyonu için temin edilen OODD numunesi sabunlaştırma işlemine tabi tutulmuştur. Sabunlaştırılan ve analize hazır hale gelen OODD numunesi 3 tekrarlı olarak optimize edilen metoda göre

HPLC sistemine enjeksiyonu yapılmıştır. Analizden elde edilen sonuçlar Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. OODD Numunesinin Tokol Türlerinin Geliştirilen Metot İle Elde Edilen Miktarları

Tür	**Miktarı (mg/kg ± SD)**
δ-tokoferol	358.40 ± 1.57
(β+γ)-tokoferol	16657.92 ± 15.67
α-tokoferol	15435.48 ± 17,76
Toplam tokoferol	32451.80 ± 1.97

OODD numunesinin standart metotla ve geliştirilen metotla elde edilen toplam tokol miktarları karşılaştırmalı olarak Çizelge 3.5'de verilmiştir. Ayrıca her iki metottan elde edilen sonuçlar arasında anlamlı bir farkın olup olmadığının kontrolü için yapılan T testi verileri de Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. OODD Numunesinin Standart Ve Geliştirilen Metotla Elde Edilen Toplam Tokol Miktarlarının Karşılaştırılması

Metot	**Toplam Tokoferol (mg/kg)**	**y**	**w**	**T_d**	**T_d kritik (P: 0.05)**
Standart ± SD	32449.17 ± 0.83	32449.17	1.66	0.94	1.27
MA2 ± SD	32451.80 ± 1.97	32451.80	3.84		

Çizelge 3.5'de OODD numunesinin hem standart metotla hem de geliştirilen metottan bulunan toplam tokol değerleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca her iki metottan elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığının kontrolü için T testi uygulanmıştır. Tüm değerler için hesaplanan T_d değeri, kritik T_d değerinden küçük çıkmıştır ve sıfır hipotezi reddedilemez. Bu sebeple iki metottan elde edilen ortalama değerlerin, P: 0.05 ihtimaliyet seviyesinde birbirinden farklı olmadığı tespit edilmiştir. OODD numunesinin toplam tokol türlerinin geliştirilen metot ile tayininden elde edilen diğer istatistiksel veriler Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. OODD Numunesinin Toplam Tokol Miktarının Geliştirilen Metot İle Tayininden Elde Edilen İstatistiksel Veriler

İstatistiksel Parametre	**Değer**	**Açıklama**
SD	1.97	3 tekrar
RSD	%0,006	P: 0.05
s^2	3.88	
cv	%0.0006	
LOD	5.91	SSx3
LOQ	19.70	SSx10
Doğruluk (Bağıl hata)	% 0.0081	%5'ten az olmalı

Monolitik kolon kullanılarak geliştirilen metot ile, standart metotla tayin edilen tokol biyoaktif türleri, monolitik kolon kullanılarak tek boyutta ve tek bir analiz metoduyla tayin edilebilmiştir. İlgili metodun hareketli faz polaritesi (P'), hareketli faz akış hızı (mL/dk) ve kolon fırını sıcaklığı (^{o}C) gibi önemli parametreleri kemometrik yöntemler ve deneysel tasarımlardan faydalanılarak optimize edilmiştir. Hareketli faz olarak farklı oranlarda metanol-su kullanılmış ve bu şekilde analiz esnasında hareketli fazın polaritesi değiştirilebilmiştir. Standart maddelerle kalibrasyonu; OODD numunesi ile de validasyonu gerçekleştirilen metodun, sabunlaştırılmış herhangi bir yenilebilir yağ ya da bir DD numunesinde bulunan tüm tokol türlerini başarılı bir şekilde, tek bir analizle ve yüksek doğrulukla tespit edebildiği görülmüştür.

4. REFERANSLAR

Agilent, (2016). "Quantification of tocopherols and tocotrienols in virgin olive oil using the Agilent 1260 Infinity Bio-inert Quaternary LC system". ABD, Agilent. 5991-2180EN.

AOCS, (2017). "AOCS Official Method: Tocopherols and Tocotrienols in Vegetable Oils and Fats by HPLC". Urbana, IL, American Oil Chemists' Society. Ce 8-89.

Brereton, R.G. (1997). "Multilevel Multifactor Designs for Multivariate Calibration", Analyst, (12): 1521-9.

Guiochon, G. (2007). "Monolithic columns in high-performance liquid chromatography." Journal of Chromatography A, (1168(1)): 101-168, AOCS Press.

Núñez, O., Nakanishi, K., and Tanaka, N. (2008). "Preparation of monolithic silica columns for high-performance liquid chromatography" Journal of Chromatography A, (1191(1)): 231-252.

Petrakis, C. (2006). Olive Oil Extraction. In D. Boskou (Ed.), Olive Oil (Second Edition).

Tarhan, İ. (2018) "Zeytinyağı Distilatındaki Biyoaktif Bileşenlerin Monolitik Kolonla İncelenmesi", Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ÖĞRENCİLERİN KİMYA KONULARINDA KULLANDIKLARI HÖRİSTİKLER: BİR DOKÜMAN İNCELEMESİ

Heuristics Used by Students in Chemistry Topics: A Document Review

Gülen Önal Karakoyun[1] & Erol Asiltürk[2]

[1](Öğr. Görv.) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye Meslek Yüksek Okulu, Kimya Teknolojisi Programı, Muradiye, Van, Türkiye, gulenonal@yyu.edu.tr
[2](Prof. Dr.) Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye, ecil@firat.edu.tr

Öz: Öğrencilerin kimya konularındaki akıl yürütme süreçlerinde açığa çıkan hata ve önyargıların doğasını araştırmak ve anlamak isteyen eğitimciler, bilişsel bilim gibi diğer alanlarda türetilen teorilerden de faydalanmaya başlamıştır. Bu teorilerden bir tanesi de bireylerin sezgisel yargılama ve karar vermeleri ile ilgili önemli bilgiler içeren ve "çift süreç" teorisi olarak adlandırılan modeldir. Asıl amacı bireylerin günlük hayat ile ilgili akıl yürütmelerini açıklamak olan bu modelden yaklaşık olarak son 10 yıldan beri öğrencilerin kimya konulardaki akıl yürütmelerini açıklamak amacıyla da yararlanılmaktadır. Çift süreç teorisine göre insanlarda Tip 1 ve Tip 2 şeklinde adlandırılan iki farklı akıl yürütme prosesi vardır. Tip 1 prosesleri çok hızlı bir şekilde ilerleyen ve işler belleğin kullanımına önem vermeyen akıl yürütmeleri içerir. Tip 1 prosesleri kısa yollu akıl yürütme stratejileri olarak kabul edilirler ve höristikler olarak adlandırılırlar. Bu çalışmada höristiklerin kimya konularında kullanımlarının araştırılması üzerine yapılan makale ve tezlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. İncelenen çalışmalar araştırma konusu, araştırma yöntemi, çalışma grubu, veri toplama araçları, veri analizi yöntemleri, tespit edilen/incelenen höristikler ve temel sonuçlar esas alınarak irdelenmiştir. Araştırma sonucunda kimya konularından şu ana kadar asit-baz kuvvetleri, erime-kaynama noktaları, çözünürlük, organik asitlerin kuvveti, katılma reaksiyonları, ayrılma reaksiyonları, altı elektron olayı, organik kimya reaksiyonları, hidrojen bağı, kimyasal bağ teorileri ve molekül yapıları ve periyodik tabloda genel eğilimler konularında öğrencilerin höristik kullanımlarının detaylı bir şekilde incelendiği anlaşılmaktadır. Höristiklerin etkisinden dolayı öğrencilerin sıklıkla önemli olan kimyasal bilgiyi kullanmaksızın soruları doğru veya yanlış bir şekilde cevapladıkları höristiklerin kimya konularında kullanımları ile alakalı araştırmaların sonucunda açığa çıkarılmıştır. Bu çalışmada höristiklerin kimya konularında kullanımları üzerine gelecekte yapılacak çalışmalar için bazı önerilerde de bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Fen Eğitimi, Sezgisel Yargılama, Höristik, Kimya Eğitimi, Akıl Yürütme.

Abstract: Educators, who want to investigate and understand the nature of errors and biases that emerged in students' reasoning processes in chemistry topics, have started benefiting from the theories derived in other fields such as cognitive science. One of these theories is the model called "dual-processes" theory which contains important information about individuals' intuitive judgment and decision

making. This model, whose main purpose is to explain the reasoning of individuals about daily life, has been used to explain the reasoning of students in chemistry topics in the last decade. According to dual processes theory, there are two different reasoning processes in humans: Type 1 and Type 2. Type 1 processes include very fast reasoning, which does not pay attention to the use of working memory. Type 1 processes are considered short-term reasoning strategies and are called heuristics. The present study aims at investigating articles and theses on the use of heuristics in chemistry topics. Document analysis method was used in this study. The relevant literature was examined on the basis of research subject, research method, working group, data collection tools, data analysis methods, detected heuristics and basic results. The findings indicates that the use of heuristics in the topics of acid-base forces, melting-boiling points, solubility, strength of organic acids, addition reactions, elimination reactions, six-electron case, organic chemistry reactions, hydrogen bonding, chemical bond theories and molecular structures and general trends in the periodic table have been examined in detail so far. In addition, it was revealed that students often answer questions correctly or incorrectly without the use of important chemical knowledge due to the influence of heuristics. Finally, suggestions regarding the prospective studies on the use of heuristics in chemistry topics were provided.

Keywords: Science Education, Intuitive Judgment, heuristics, Chemistry Education, Reasoning.

GİRİŞ

Fen ve kimya eğitimcileri yapmış oldukları çeşitli araştırmalar sonucunda öğrencilerin kendilerine sorulan kimya ile alakalı soru veya problemlere genellikle sığ ve yüzeysel cevaplar verdiklerini ve öğrencilerde kimya konuları ile ilgili çok sayıda kavram yanılgısı bulunduğu belirtmektedirler (Kerr and Walz 2007; Nakiboglu 2003; Tsangaridou 2008; Talanquer 2014). Eğitimciler ayrıca kimya konuları ile alakalı olarak öğrencilerin yargılama ve karar verme süreçlerinde birçok bilişsel önyargının bulunduğunu da yapmış oldukları çeşitli araştırmalar ile açığa çıkarmışlardır (Talanquer 2014). Hava kirliliği, sera etkisi ve küresel ısınma gibi birçok doğa olayını ve ayrıca değişik türden birçok kimyasal olayı doğru bir şekilde anlamak ve yorumlamak için öğrencilerin güçlü, sağlam ve doğru bir kimya bilgisine sahip olmaları gerekmektedir. Bununla birlikte, öğrencilerin çeşitli kimya konularını anlamaları üzerine yapılan araştırmalar öğrencilerin genellikle kimya konularını doğru anlamadıklarını ve öğrencilerin birçok eksiklikleri olduğunu ortaya koymaktadır (Barker and Millar 2000; Cooper et al., 2015). Kimya konuları ile alakalı olarak öğrencilerde bulunan bu eksikliklerin giderilmesi ve hatalı önyargıların ortadan kaldırılmasına yönelik uygun stratejilerin geliştirilmesi için öğrencilerin kimya ile ilgili konulardaki akıl yürütmelerinin detaylı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Öğrencilerin kimya ile ilgili konulardaki akıl yürütme süreçlerinde açığa çıkan hata ve

önyargıların doğasını araştırmak ve anlamak isteyen kimya eğitimcileri, gelişim psikoloji, bilişsel bilim ve davranış bilimi gibi diğer alanlar ile de ilgilenmeye ve bu alanlarda yapılan çalışmalardan da faydalanmaya başlamıştır. Gelişim psikoloji, bilişsel bilim, davranış bilimi ve davranışsal iktisat gibi bilim dallarında bireylerin günlük ve sosyal hayatlarındaki yargılama ve karar verme süreçlerini farklı bakış açılarıyla inceleyen çok sayıda araştırma vardır (Schwarz 2004; Hastie 2001; Ferrari and Dovidio 2000; Connor and Becker). Bu bilim dallarında yapılan araştırmalar sonucu bireylerin yargılama ve karar verme süreçlerini açıklamak amacıyla değişik teoriler üretilmektedir (Ugras 2018; Todd and Gigerenzer 2000; Gilovich et al., 2002). Bu teorilerden bir tanesi de bireylerin sezgisel yargılama ve karar vermeleri ile ilgili önemli bilgiler içeren ve "çift süreç" teorisi olarak adlandırılan modeldir (Ugras 2018; Evans 2008; Evans and Stanovich 2013; Gigerenzer and Goldstein 1996). Asıl amacı bireylerin günlük hayat ile ilgili akıl yürütmelerini açıklamak olan bu modelden son zamanlarda öğrencilerin kimya konulardaki akıl yürütmelerini açıklamak amacıyla da yararlanılmaktadır. Özellikle de soyut kavramların sıklıkla kullanıldığı kimya konularında öğrencilerin sezgisel yargılama ve karar vermede kullandıkları akıl yürütme proseslerini ve bu süreçlerde aktif bir rol oynayan höristikleri açıklamak amacıyla son on yıldan beri "çift süreç" teorisinden sıklıkla faydalanılmaktadır (Graulich 2014; Maeyer and Talanquer 2010; McClary and Talanquer 2011; Maeyer and Talanquer 2013; Miller and Kim 2017). Çift süreç teorisine göre insanlarda Tip 1 ve Tip 2 şeklinde adlandırılan iki farklı akıl yürütme prosesi vardır. Tip 1 prosesleri bilişsel yetenekten bağımsız olarak çok hızlı bir şekilde ilerleyen ve işler belleğin kullanımına önem vermeyen akıl yürütmeleri içerir (Ugras 2018). Tip 1 proseslerinin tetiklenmesi için özel bir gayrete gerek olmadığından dolayı bu prosesler otomatik olarak gerçekleşirler (Stanovich and West 2000; Stanovich, 2004). Tip 1 prosesleri öğrenilmiş stratejileri ve doğal olarak oluşan akıl yürütmeleri ihtiva eden özerk proseslerdir (Stanovich and West 2000). Tip 1 prosesleri bireylerin sezgisel akıl yürütmeleri ile ilgilidir. Tip 2 prosesleri ise işler belleğin kullanıldığı, yavaş ve ardışık olarak ilerleyen proseslerdir (Talanquer 2014). Tip 2 proseslerinin uygulanması için özel gayrete ve bilinçli müdahalelere ihtiyaç vardır. Tip 2 prosesleri bireylerin hipotetik, analitik veya reflektif düşünme tarzı ile ilgilidir (Ugras 2018; Maeyer 2013). Bilimsel akıl yürütmelerin ölçülmesi amacıyla genellikle bireylerin Tip 2 proseslerini uygulama performansları dikkate alınır.

Literatürde yer alan birçok bilimsel araştırma bir birey yeni problem veya durum ile karşılaştığı zaman o bireyin akıl yürütme sürecinde hızlı bir şekilde Tip 1 proseslerinin tetiklendiğini delilleriyle açığa çıkartmaktadır (Evans 2008; Graulich 2014; McClary and Talanquer 2011). Bu araştırmalar özellikle zamanın sınırlı olduğu durumlarda veya

bilgi/motivasyonun eksik olduğu şartlarda, Tip 1 proseslerinin bireylerin bilişsel sisteminin kusurlu bir cevabı olarak aktif hale geldiğini göstermektedir. Tip 1 prosesleri günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümü için faydalı kararlar verilmesini sağlar. Bununla birlikte, Tip 1 prosesleri bireylerin akıl yürütme sürecinde açığa çıkan çeşitli önyargılardan da sorumlu tutulmaktadırlar (Ugras 2018). Önyargılar bireylerin sezgisel karar verme süreçlerinde hata yapmalarına neden olabilir. Bazı durumlarda mantıklı akıl yürütmek ve doğru karar vermek için hatalı önyargıların engellenmesi ve bu hatalı önyargılar yerine etkili analitik akıl yürütmelerin kullanılması yani Tip 2 proseslerinin müdahalesi gerekmektedir. Konu ile ilgili yeterli bilgiye sahip bireylerin, yüksek bilişsel yeteneğe sahip bireylerin veya problemleri reflektif bir bakış açısıyla değerlendirme kapasitesi yüksek olan bireylerin akıl yürütme süreçlerinde Tip 1 proseslerinin neden olduğu hatalı yargılamaları engellemek amacıyla Tip 2 proseslerinin bilinçli bir müdahalesinin gerçekleşme ihtimali oldukça yüksektir. Bununla birlikte konuyla ilgili yeterli bilgiye sahip olmayan bireylerin, düşük bilişsel yeteneğe sahip bireylerin veya yeterli motivasyona sahip olmayan bireylerin akıl yürütme süreçlerinde ise Tip 1 proseslerinin daha aktif bir şekilde rol alması muhtemeldir (Morewedge and Kahneman 2010; Shah and Oppenheimer 2008). Tip 1 prosesleri kısa yollu akıl yürütme stratejileri olarak kabul edilirler ve höristikler olarak adlandırılırlar (Ugras 2018; Gilovich et al., 2002; Morewedge and Kahneman 2010; Shah and Oppenheimer 2008). Höristikler bilgi işleme yolunu kısalttıkları için beklenenden kısa sürede karar verilmesini sağlarlar. Sorunun çözümü ile ilgili akıl yürütmelerde bazı implicit kurallar oluşturarak bireylerin akıl yürütmelerini kolaylaştırırlar (Todd and Gigerenzer 2000). Höristikler karar vermede kullanılan ipuçlarının sayısını azalttıkları için ve kolay elde edilen ipuçlarını etkili bir şekilde kullandıkları için karar vericiler çoğu zaman höristikleri mantıklı olarak kabul etmektedirler. Özellikle de zamanın ve konuyla ilgili bilginin sınırlı olduğu durumlarda höristikler bireylerin doğru kararlar vermelerine yardımcı olabilirler. Bununla birlikte, höristikler yargılama ve karar verme süreçlerinde açığa çıkan sistematik hatalardan da (bilişsel önyargı) sorumlu tutulurlar (Talanquer 2014; Ugras 2018).

Gelişim psikoloji, bilişsel bilim, davranış bilimi ve davranışsal iktisat gibi bilim dallarında yapılan araştırmalar sonucu birçok höristik belirlenmekte ve tanımlanmaktadır. Günlük hayat ile ilgili araştırmalarda adından sıklıkla bahsedilen "kıymet höristiği" bir örnek olarak verilebilir. Bir kişiden bir ürünün kaliteli olup olmadığı ile ilgili olarak bir karar vermesinin istendiğini düşünelim. Normalde bir ürünün kaliteli olup olmadığını değerlendirmek için o ürünle ilgili olarak birçok parametrenin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, günlük hayatta

insanların çoğu bir ürününün kaliteli olup olmadığı ile ilgili bir karar verirken sadece o ürünün fiyatına göre karar vermektedirler. Bu şekilde karar veren insanların "bir ürün ne kadar pahalıysa o kadar kalitelidir" şeklindeki akıl yürütmeleri kıymet höristiğinin etkisinin bir sonucudur (Ugras 2018; Graulich 2014; Kahneman 2011; Mitra 1995). Değişik bilim alanlarında, değişik bakış açılarıyla bireylerin günlük hayat ile ilgili yargılama ve karar verme prosesleri üzerine yapılan bilimsel araştırmalar sonucu tanımlanan ve isimlendirilen höristik sayısı her geçen gün artmaktadır. Hatta çok fazla sayıda höristiğin belirlenmiş ve isimlendirilmiş olması höristiklerin isimlerinin birbirleriyle karıştırılması gibi bazı problemlere neden olmaktadır. Halbuki, höristik stratejiler üzerine yapılan çalışmaların çoğu genel prensiplerin alana özgü örneklerinin sunumudur ve farklı isimlerle adlandırılan höristiklerin çoğu bireylerin farklı konularla ilgili akıl yürütme süreçlerinde benzer bilişsel prosesleri kullanmaktadır (Ugras 2018; Graulich 2014; Shah and Oppenheimer 2008). Bu nedenle, höristikler ile ilgili bu karmaşıklıkları azaltmak için benzer prosesleri esas alan höristikleri aynı başlık altında kategorize etmeyi amaçlayan çalışmalara da literatürde rastlanılmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalar içerisinde en çok dikkat çeken ve kabul gören çalışmalardan bir tanesi Morewedge ve Kahneman tarafından yapılan çalışmadır. Morewedge ve Kahneman bireyler tarafından günlük hayatta çokça kullanılan höristikleri kullanmış oldukları bilişsel proseslere göre üç başlık altında toplamıştır. Bu höristikler recognition, availability ve representativeness'tir (Morewedge and Kahneman 2010; Goldstein and Gigerenzer 2002; Kahneman and Frederick 2002). Kimya konularıyla ilgili olarak öğrencilerin höristik kullanımları ve bu höristiklerin kimya alanına özel açıklanmasını amaçlayan çalışmalara ise yaklaşık olarak son on yıldan beri rastlanılmaktadır. Bu tür çalışmalar sonucu öğrencilerin farklı kimya konuları ile ilgili karar verme süreçlerinde çeşitli höristikleri kullandıkları tespit edilmiştir.

Doküman incelemesi yöntemiyle gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı şu ana kadar gerçekleştirilen ve değişik kimya konularında öğrencilerin höristik kullanımlarını alana özel açıklamayı hedefleyen çalışmaları; araştırma konusu, araştırma yöntemi, çalışma grubu, veri toplama araçları, veri analizi yöntemleri, tespit edilen/incelenen höristikler ve temel sonuçları esas alarak incelemektir.

Araştırma Soruları

Bu araştırmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. Değişik kimya konularında öğrencilerin höristik kullanımlarını alana özel açıklamayı hedefleyen çalışmalar hangi bağlamlarda ne tür yöntemler (araştırma metodu, örneklem, veri toplama araçları) kullanılarak gerçekleştirilmiştir?

2. Bu araştırmalar sonucunda kimya konularında hangi höristiklerin kullanıldığı tespit edilmiştir?

3. Kimya konularında höristik kullanımı ile ilgili olarak gelecekte yapılmasında fayda görülen araştırma konuları nelerdir?

MATERYAL & YÖNTEM

Bu çalışmada literatürdeki önemli bağlantıları ve biçimleri belirleyerek gelecekteki araştırmalara rehberlik etmek amacıyla doküman analizi yöntemi kullanılmıştır (Baran ve Bilici 2015; Minner et al., 2010). Doküman analizi üç aşamalı bir yöntem izlenerek gerçekleştirilmiştir: (1) Tarama yöntemi ve seçme kriterlerinin belirlenmesi, (2) tarama süreci (3) analiz süreci (Baran ve Bilici 2015; Karaçam 2013). Bu aşamaların her birinde yapılan işlemler aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Tarama Yöntemi ve Seçme Kriterlerinin Belirlenmesi

Doküman analizi yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmada ilk olarak makale/tez seçme kriterleri ve anahtar kelimeler belirlenmiştir. Makale/tez seçiminde, (a) 2000-2019 yılları arasında yayınlanmış, (b) hakemli dergilerde yayınlanmış makale/uluslararası erişime açık tez olma, (c) Çift süreç teorisinde adından sıklıkla bahsedilen höristiklerin kimya konularında kullanımlarının alana özgü bir şekilde açıklanmasına odaklanmış olma kriterleri izlenmiştir. Höristiklerin kimya konularında kullanımlarının alana özgü bir şekilde açıklanması ile ilgili çalışmaların iki binli yıllardan sonra gerçekleştirilmeye başlanmasından dolayı literatür taramasına 2000-2019 yılları arasında yayınlanan çalışmalar dahil edilmiştir. Bu kriterler doğrultusunda hem Türkiye'de hem de dünyada konu ile ilgili kullanılan anahtar sözcükler Türkçe ve İngilizce yazılarak taramalar gerçekleştirilmiştir. Literatür taranırken kullanılan İngilizce ve Türkçe anahtar sözcükler şunlardır: "heuristic", "heuristic chemistry", "heuristic reasoning", "intuitive judgment", "heuristic and chemistry", "höristik", "höristik kimya", "höristik akıl yürütme", "sezgisel yargılama", "höristik ve kimya".

Tarama Süreci

Makale taramak amacıyla EBSCOHost, ERIC, Science Direct, ISI Web of Science veri tabanlarında ve Google Akademik arama motorunda ilgili anahtar kelimeler kullanılarak sorgulamalar yapılmıştır. Tez taramaları için ise ProQuest Dissertations & Theses Global ve YÖK ulusal tez merkezi arama motorlarında sorgulamalar yapılmıştır. Kestirme yol anlamı taşıyan heuristik(höristik) sözcüğü bu araştırma konusu ile ilgili olmayan konularda da sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin, "heuristic" ve "heuristic chemistry" anahtar kelimeleri, kimyasal prosesler, kimyasal sentez ve kimya mühendisliği gibi bu çalışma ile alakası olmayan konularda sıklıkla

kullanılmaktadır. "Heuristic" anahtar kelimesi bilgisayar ve yazılım mühendisliği alanlarında da bu çalışma ile alakası olmayan konularda sıklıkla kullanılmaktadır. Benzer şekilde "science writing heuristic" anahtar kelimesi de kimya/fen eğitimi konularında bu çalışmadan farklı bir anlam ve içerikte kullanılmaktadır. Bahsedilen nedenlerden dolayı, yukarda bahsedilen anahtar kelimeler kullanılarak tarama yapıldığı zaman bu çalışma ile alakası olmayan binlerce makale veya tez ile karşılaşılmaktadır. Konu ile alakalı olmayan makale ve tezleri elimine etmek amacıyla arama motorlarında tarama yapılırken karşılaşılan makalelerin veya tezlerin başlıklarına veya içeriklerine özellikle dikkat edilerek konuyla alakalı olmayan makale ve tezler bu çalışma kapsamına dâhil edilmemiştir. Yapılan taramalar sonucu höristiklerin kimya konularında kullanımlarının alana özgü bir şekilde açıklanmasına odaklanmış 10 adet makale ve 3 adet tez tespit edilerek inceleme listesine dâhil edilmiştir. Tespit edilen bu makale ve tezlerin kaynakçaları da detaylı bir şekilde incelenmiş ve arama motorlarında bulunmayan konu ile alakalı olan makale veya tezlerin bu kaynakçalarda olma ihtimali de değerlendirilmiştir. Yapılan kaynakça incelemelerinde, arama motorlarında yer almayan herhangi bir makale veya bildiriye rastlanılmamıştır. Bahsedilen kapsamda yapılan çalışmalara henüz yakın bir süre önce başlandığı, bu tür çalışmaların içeriğinin kimya, eğitim ve bilişsel bilim alanlarının üçünü birden ihtiva ettiği ve bu nedenden dolayı da bahsedilen konu ile ilgili çalışmaların çeşitli zorlukları olduğu hususları göz önüne alındığında konuyla ilgili az sayıda yayın ve makalenin olduğunun tespit edilmiş olması olağan bir durumdur.

Analiz Süreci

Bu aşamada analiz tablosundaki makaleler incelenerek makale içerikleri şu kategoriler altında özetlenmiştir: Araştırma konusu, araştırma yöntemi, çalışma grubu, veri toplama araçları, veri analizi yöntemleri, tespit edilen/incelenen höristikler ve temel sonuçlar.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Yöntem kısmında detaylı bir şekilde açıklanan prosedür izlenerek yapılan tarama sonucu tespit edilen makaleler; yıl, yazar adları, makalenin başlığı ve yayım bilgilerini içerecek şekilde Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo1. Höristiklerin kimya konularında kullanımlarının araştırıldığı makaleler.

	Uluslararası Dergilerde Makale Olarak Yayımlanan Çalışmalar		
	Yıl	Yazarlar	Çalışma Başlığı ve Yayım Bilgileri
1	2010	Jenine Maeyer, Vicente Talanquer	The Role of Intuitive Heuristics in Students' Thinking: Ranking Chemical Substances, Science Education, 94: 963–984.
2	2011	LaKeisha McClary Vicente Talanquer	Heuristic Reasoning in Chemistry: Making decisions about acid strength, Int. J. of Sci. Educ. 33, 10, 1433–1454.
3	2011	Nicole Graulich, Henning Hopf, Peter R. Schreiner	Heuristic Chemistry—Addition Reactions Chem. Eur. J., 17, 30–40.
4	2011	Nicole Graulich Henning Hopf Peter R. Schreiner	Heuristic Chemistry—Elimination Reactions Chem. Asian J. 6, 3180–3188.
5	2012	Nicole Graulich Rüdiger Tiemann Peter R. Schreiner	Heuristic chemistry—a qualitative study on teaching domain-specific strategies for the six-electron case Chem. Educ. Res. Pract . 13, 337–347.
6	2014	Vicente Talanquer	Chemistry Education: Ten Heuristics To Tame J. Chem. Educ. 91, 1091−1097.
7	2015	Nicole Graulich	Intuitive Judgments Govern Students' Answering Patterns in Multiple-Choice Exercises in Organic Chemistry, J. Chem. Educ., 92, 205−211.
8	2017	Kathryn Miller, Thomas Kim	Examining Student Heuristic Usage in a Hydrogen Bonding Assessment, Biochemistry and Molecular Biology Education, 45(5):411–416.
9	2018	Mustafa Uğraş	Heuristic Reasoning of Pre-Service Science Teachers in Chemistry Topics, Journal of Baltic Science Education, 17, 2, 343-356.
10	2019	M. C. Connor, S. A., Finkenstaedt-Quinn, G. V. Shultz	Constraints on organic chemistry students' reasoning during IR and ^{1}H NMR spectral interpretation, Chemistry Education Research and Practice 20, 522-541.

Yukardaki tabloda yer alan 10 adet makalenin çalışma konuları, yöntem, veri toplama aracı ve çalışma gruplarıyla ilgili ayrıntılı bilgiler Tablo 2.'de verilmiştir. Tablo 2.'de yer alan rakamlar Tablo 1.'de yer alan ilgili makalenin numarasıdır.

Tablo 2. İlgili makalelerin çalışma konuları, yöntem, veri toplama araçları ve çalışma grupları

	Uluslararası Dergilerde Makale Olarak Yayımlanan Çalışmalar		
	Çalışma Konuları	Yöntem ve Veri Toplama Aracı	Çalışma Grubu
1	Küçük molekül yapılı kimyasalların asit-baz kuvvetine, erime-kaynama noktalarına ve çözünürlüklerine göre sıralanması.	Nitel ve Nicel yöntemin ikisini birden ihtiva eden karma metot. Nicel kısım için kimyasalların değişik özelliklerine göre sıralanmasının istendiği 6 sorudan oluşan ölçek kullanılmıştır. Nitel kısım için mülakat. Mülakatlarda öğrencilerden ölçekte yer alan sorulara vermiş oldukları cevapları ayrıntılı bir şekilde açıklamaları istenmiştir.	Fen ve Mühendislik alanlarından toplam 414 Genel Kimya dersi öğrencisi ölçekleri doldurmuştur. Ayrıca Bu öğrencilerden 34 tanesi ile mülakat yapılmıştır.
2	Organik Asitlerin asitlik kuvvetine göre sıralanması	Nitel analiz. Öğrenciler ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlarda öğrencilere bazı organik asitlerin asitlik kuvvetine göre sıralanmasının istendiği 7 sorudan oluşan bir form verilmiştir. Öğrencilerden formda yer alan soruları cevaplamaları ve vermiş oldukları cevapların nedenlerini ayrıntılı bir şekilde açıklamaları istenmiştir.	20 Organik kimya öğrencisi
3	Katılma reaksiyonları	Teorik çalışma. Katılma reaksiyonlarında höristiklerin nasıl kullanılabileceğini örnekleriyle açıklamaktadır.	-
4	Ayrılma reaksiyonları	Teorik çalışma. Ayrılma reaksiyonlarında höristiklerin nasıl kullanılabileceğini örnekleriyle açıklamaktadır.	-
5	Altı-elektron olayı	Nitel analiz. Öğrenciler ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlarda öğrencilere aromatiklik ve altı-elektron olayı ile ilgili 9 sorudan oluşan bir form verilmiştir. Öğrencilerden formda yer alan soruları cevaplamaları ve vermiş oldukları cevapların nedenlerini ayrıntılı bir şekilde açıklamaları istenmiştir.	6 organik kimya öğrencisi
6	On Höristik	Teorik çalışma. Kimya alanında sıklıkla kullanılan höristikleri kullanmış oldukları bilişsel proseslere göre açıklamış ve bu höristikleri 10 başlık altında toplamıştır	-

7	Alkenlerin katılma Reaksiyonları	Nitel analiz. Öğrenciler ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlarda öğrencilere alkenlerin katılma reaksiyonları ile alakalı çoktan seçmeli 6 soru içeren bir form verilmiştir. Öğrencilerden formda yer alan soruları cevaplamaları ve vermiş oldukları cevapların nedenlerini ayrıntılı bir şekilde açıklamaları istenmiştir.	12 organik kimya öğrencisi
8	Hidrojen Bağı	Nitel analiz. Öğrencilere hidrojen bağı ile ilgili geçerli olanların tümünü seç formatında bir soru içeren bir form verilmiştir. Öğrencilerden formda yer alan soruyu cevaplamaları ve vermiş oldukları cevapların nedenlerini ayrıntılı bir şekilde yazmaları istenmiştir.	86 moleküler Biyoloji öğrencisi
9	Kimyasal bağ teorileri ve molekül yapıları	Nitel analiz. Öğrenciler ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlarda Kimyasal bağ teorileri ve molekül yapıları ile alakalı çoktan seçmeli 5 soru içeren bir form verilmiştir. Öğrencilerden formda yer alan soruları cevaplamaları ve vermiş oldukları cevapların nedenlerini ayrıntılı bir şekilde açıklamaları istenmiştir.	15 Fen Bilgisi Öğretmen adayı
10	IR ve ^{1}H NMR spektrum yorumları	Nitel analiz. Öğrenciler ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlarda öğrencilerden kendilerine sunulan IR and ^{1}H NMR spektrumlarını yorumlamaları istenmiştir.	18 organik kimya öğrencisi

Çift süreç teorisinde adından sıklıkla bahsedilen höristiklerin kimya alanında yer alan "Kimyasalların asit-baz kuvvetine, erime-kaynama noktalarına ve çözünürlüklerine göre sıralanması", "Organik Asitlerin asitlik kuvvetine göre sıralanması", "Katılma reaksiyonları" "Ayrılma reaksiyonları", "Altı-elektron olayı", "Alkenlerin katılma reaksiyonları", "Hidrojen bağı", "Kimyasal bağ teorileri ve molekül yapıları" "IR ve ^{1}H NMR spektrum yorumları" konularındaki kullanımlarının deneysel veya teorik olarak incelendiği Tablo 2.'de yer alan verilerden anlaşılmaktadır. Tablo 2.'de bulunan makalelerden 2,4 ve 6 no'lu makaleler konu ile ilgili teorik çalışmaları içermektedir. Bu makaleler asıl amacı bireylerin günlük hayat ile ilgili akıl yürütmelerini açıklamak olan çift süreç modelindeki Tip 1 proseslerinin yani höristiklerin kimya konuları ile ilgili akıl yürütme

süreçlerindeki rolünü kimya alanına özel örneklerle ayrıntılı bir şekilde açıklamaktadır. Bu makalelerden Vicente Talanquer tarafından yapılan ve "Chemistry Education: Ten Heuristics to Tame" isimli makale oldukça önemli bir teorik çalışmayı içermektedir. Tablo 2.' de bulunan makalelerin detaylı bir şekilde incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, kimya konularında da birbirinden bağımsız olarak yapılan çalışmalar sonucu tespit edilen ve isimlendirilen höristik stratejilerin sayısı her geçen gün artmaktadır. Bununla birlikte, Talanquer yapmış olduğu bu çalışma ile kimya alanında sıklıkla kullanılan höristikleri kullanmış oldukları bilişsel proseslere göre açıklamış ve bu höristikleri 10 başlık altında toplamıştır (Talanquer 2014). Talanquer'in bu modeli oldukça önemlidir ve kimya alanında höristikler ile ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalar için bir referans olacak niteliktedir. Talanquer'in bu modeli eğitimciler tarafından ilgi görmektedir. Örneğin, Miller ve Kim hidrojen bağı konusunda öğrencilerin kullanmış oldukları höristikler ile ilgili yapmış olduğu çalışmada Talanquer tarafından önerilen bu modeli esas almışlardır (Miller and Kim 2017). Ayrıca M. C. Connor ve arkadaşları da öğrencilerin IR ve NMR spektrumlarını yorumlama süreçlerinde etkili olan höristikleri Talanquer'in bu modelini esas alarak açıklamışlardır (Connor et al., 2019). Tabloda yer alan diğer makalelerin her biri ise farklı kimya konularında höristiklerin rollerinin araştırıldığı deneysel çalışmaları ihtiva etmektedir.

Tablo 2. incelendiğinde farklı kimya konularında höristiklerin etkilerinin incelenmesi amacıyla genellikle öğrenciler ile mülakatlar yapıldığı ve bu mülakatlar esnasında da öğrencilerden kimya alanı ile ilgili bazı soruları ayrıntılı bir şekilde cevaplamalarının istendiği anlaşılmaktadır. Mülakat yapılan öğrenci sayıları ise 6 ile 34 arasında değiştiği de ilgili tablodan anlaşılmaktadır.

Tablo 1.'de yer alan 10 adet makalenin veri analizi yöntemleri ve bu çalışmalarda tespit edilen/incelenen höristikler Tablo 3.'de verilmiştir.

Tablo 3. Makalelerin veri analiz yöntemleri ve tespit edilen/incelenen höristikler

	Uluslararası Dergilerde Makale Olarak Yayımlanan Çalışmalar	
	Veri analizi yöntemi	Tespit edilen/incelenen höristikler
1	Nicel veri analizi için, 6 sorunun her biri için öğrencilerin vermiş oldukları sıralamalardan oluşan cevap desenlerinin sıklığı belirlenmiştir. Nitel analiz şu şekilde yapılmıştır: Mülakat transkriptlerinden elde edilen bireysel cevap özetleri, her cevap tipinde ortak fikirlerin ve akıl yürütme stratejilerinin tanımlandığı tekrarlamalı, doğrusal olmayan sabit karşılaştırmalı analiz metodu kullanılarak analiz edilmiştir.	Tanıma, tek nedenli karar verme, keyfi eğilim, temsililik (temsil edicilik, temsil edilebilirlik, temsiliyet).
2	Mülakat transkriptlerinden elde edilen bireysel cevap özetleri, her cevap tipinde ortak fikirlerin ve akıl yürütme stratejilerinin tanımlandığı tekrarlamalı, doğrusal olmayan sabit karşılaştırmalı analiz metodu kullanılarak analiz edilmiştir.	indirgeme, temsililik (temsil edicilik, temsil edilebilirlik, temsiliyet), lexicographic (Kelime anlamı sözlüksel olan bu höristik tek nedenli karar verme höristiği ile benzer prosesleri esas almaktadır.)
3	Teorik çalışma olduğu için veri analizi yapılmamıştır.	Teorik çalışma. Katılma reaksiyonlarında höristiklerin nasıl kullanılabileceğini örnekleriyle açıklamaktadır.
4	Teorik çalışma olduğu için veri analizi yapılmamıştır.	Teorik çalışma. Ayrılma reaksiyonlarında höristiklerin nasıl kullanılabileceğini örnekleriyle açıklamaktadır.
5	Nitel kodlama yazılımı olan MAXODA kullanılarak temaların belirlenmesi ve kategorilerin oluşturulmasıyla veriler analiz edilmiştir.	Alana özel heuristikler açıklanmış, fakat bu akıl yürütmeler herhangi bir höristik adı ile ilişkilendirilmemiştir.
6	Teorik çalışma olduğu için veri analizi yapılmamıştır.	Çağrışımsal aktivasyon, akıcılık, nitelik yer değiştirmesi, tek nedenli karar verme, yüzeysel benzerlik, tanıma, genelleştirme, katılık, aşırı özgüven ve duygulanım.
7	Öğrenci cevaplarında bulunan spesifik ifadelerin üç höristik ile ilişkilendirilmesini esas alan bir kodlama şeması oluşturularak veriler analiz edilmiştir.	Çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi akıcılık.
8	Öğrenci cevaplarında bulunan spesifik ifadelerin Talenquer'in modelinde yer alan höristikler ile ilişkilendirilmesini esas alan bir kodlama şeması oluşturularak veriler analiz edilmiştir.	Çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi, tek nedenli karar verme, yüzeysel benzerlik, tanıma, genelleştirme.
9	Öğrenci cevaplarında bulunan spesifik ifadelerin üç höristik ile ilişkilendirilmesini esas alan bir kodlama şeması oluşturularak veriler analiz edilmiştir.	Çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi akıcılık.
10	Öğrenci cevaplarında bulunan spesifik ifadelerin Talenquer'in modelinde yer alan höristikler ile ilişkilendirilmesini esas alan bir kodlama şeması oluşturularak veriler analiz edilmiştir.	Çağrışımsal aktivasyon, akıcılık, tek nedenli karar verme, genelleştirme, katılık, duygulanım, indirgeme, temsililik (temsil edicilik, temsil edilebilirlik, temsiliyet).

Tablo 3. incelendiğinde mülakat verilerinin analizi amacıyla genellikle öğrenci transkriptlerinde bulunan spesifik ifadelerin incelenen veya esas alınan höristikler ile ilişkilendirilmesi esasına dayanan bir kodlama yapıldığı anlaşılmaktadır. 1 ve 2 no'lu makalelerde öğrenci transkriptlerinde bulunan spesifik ifadelerin yorumlanması ile öğrencilerin kullanmış oldukları höristikler açıklanmıştır. Bu çalışmalarda herhangi bir höristik grubu referans alınarak öğrenci ifadeleri değerlendirilmemiş sadece araştırmacıların değerlendirmelerine göre höristikler tespit edilmiştir. 7 ve 9 no'lu makalelerde Çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi akıcılık höristikleri referans alınmış, öğrenci ifadeleri bu höristikler ile ilişkilendirilmiş ve bu höristiklerin kullanımı alana ve konuya özel olarak açıklanmıştır. 8 ve 10 no'lu çalışmalarda Talanquer tarafından önerilen 10 höristik refarans alınmış, öğrenci ifadeleri bu referans höristikler ile ilişkilendirilmiş ve bu on höristikten öğrencilerin kullandıklarının tespit edilenleri alana ve konuya özgü olarak açıklanmıştır. 10 no'lu makalede Talanquer tarafından önerilen höristiklerin yanı sıra tespit edilen diğer höristiklerden de bahsedilmiştir. Kimya konularında incelenen/tespit edilen höristiklerin ise Çağrışımsal aktivasyon, akıcılık, nitelik yer değiştirmesi, tek nedenli karar verme, yüzeysel benzerlik, tanıma, genelleştirme, katılık, aşırı özgüven ve duygulanım, keyfi eğilim, temsililik (temsil edicilik, temsil edilebilirlik, temsiliyet), indirgeme ve lexicographic olduğu da Tablo 3.'ün incelenmesinden anlaşılmaktadır.

Tablo 1.'de yer alan her bir makale kapsamında yapılan çalışmalar sonucu elde edilen temel sonuçlar Tablo 4.' de verilmiştir.

Tablo 4. Temel Sonuçlar

	Temel Sonuçlar
1	Yapılan çalışma sonucunda öğrencilerin kendilerinden istenen küçük molekül yapılı kimyasalların asit-baz kuvvetine, erime-kaynama noktalarına ve çözünürlüklerine göre sıralanması görevlerini yerine getirirken tanıma, tek nedenli karar verme, keyfi eğilim ve temsililik (temsil edicilik, temsil edilebilirlik, temsiliyet) höristiklerinden en az birinin aktif olarak kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma kapsamında öğrencilerden cevaplaması istenen 6 soru için öğrencilerin vermiş olduğu doğru ve yanlış cevapların her ikisi için de ayrı ayrı olacak şekilde, cevap nedenlerinin açıklandığı akıl yürütme süreçlerinde yukarda bahsedilen höristiklerin kullanım sıklığı da yüzde olarak bu çalışma ile belirlenmiştir. Örneğin formda bulunan 1 no'lu soru için tanıma, tek nedenli karar verme, keyfi eğilim ve temsililik höristiklerinin kullanım sıklıkları sırasıyla %79.4, %50.0, %11.8, ve %8.8 olarak tespit edilmiştir
2	Yapılan çalışma sonucunda öğrencilerin kendilerinden istenen organik asitlerin asitlik kuvvetine göre sıralanması görevlerini yerine getirirken indirgeme, temsililik ve lexicographic höristiklerinden en az birinin aktif olarak kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada her bir soru için ayrı ayrı değil de tüm sorular için bir ortalama alınacak şekilde höristiklerin kullanım sıklığı yüzde olarak belirlenmiştir. indirgeme, temsililik ve lexicographic höristiklerinin kullanım sıklığının sırasıyla %14.3, %25.7 ve %77.1 olduğu tespit edilmiştir.
3	Bu teorik çalışmada bir organik kimya konusu olan katılma reaksiyonları konusunda höristiklerin nasıl kullanılabileceği örnek reaksiyonlar yazılarak açıklanmıştır.
4	Bu teorik çalışmada bir organik kimya konusu olan ayrılma reaksiyonları konusunda höristiklerin nasıl kullanılabileceği örnek reaksiyonlar yazılarak açıklanmıştır.
5	Bu deneysel çalışmada önemli bir organik kimya konusu olan aromatik bileşikler konusunda adından sıklıkla bahsedilen altı elektron olayı ile ilgili olarak öğrenci cevapları dikkatlice analiz edilmiş, bu analiz sonucu höristiklerin kullanım mekanizmaları açıklanmış fakat bu höristiklerin isimlendirilmesi yapılmamıştır. Çalışmada höristiklerin kullanım sıklığından da bahsedilmemiştir.
6	Bu teorik çalışmada kimya konularında sıklıkla karşılaşılabilecek höristikler 10 başlık altında toplanmış ve her bir höristiğin çalışma mekanizmasının değişik kimya konularında nasıl olabileceği örnekleriyle birlikte açıklanmıştır.
7	Bir organik kimya konusu olan alkenlerin katılma reaksiyonları ile alakalı olarak öğrencilerin akıl yürütme süreci çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık höristikleri esas alınarak açıklanmıştır. Çalışmada bu höristiklerin kullanım sıklığından bahsedilmemiş fakat höristiklerin kullanım mekanizmaları ile ilgili ayrıntılı bilgiler verilmiştir.
8	Hidrojen bağı konusunda öğrencilerin akıl yürütme süreçleri Talanquer tarafından önerilen 10 höristik esas alınarak açıklanmıştır. Bu çalışmada kullanılan yöntemin Talanquer tarafından önerilen 10 höristikten Çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi, tek nedenli karar verme, yüzeysel benzerlik, tanıma, genelleştirme höristiklerinin belirlenmesi ve açıklanması için uygun olduğu fakat katılık, duygulanım, akıcılık ve aşırı özgüven höristiklerinin tespiti için uygun olmadığı araştırmayı yapan bilim adamları tarafından belirtilmiştir. Çalışmada, höristiklerin

	kullanım sıklığı tüm cevap desenleri için verilmemiştir. Bunun yerine en çok verilen üç cevap deseni için kullanım sıklıkları yüzde olarak değil, sayı olarak verilmiştir. Bu araştırmada hidrojen bağı konusunda en çok kullanılan höristiğin tek nedenli karar verme olduğu tespit edilmiştir.
9	Bir genel kimya konusu olan kimyasal bağ teorileri ve molekül yapıları ile alakalı olarak öğrencilerin akıl yürütme süreci çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık höristikleri esas alınarak açıklanmıştır. Çalışmada bu höristiklerin kullanım sıklığından bahsedilmemiş fakat höristiklerin kullanım mekanizmaları ile ilgili ayrıntılı bilgiler verilmiştir.
10	Öğrencilerden kendilerine sunulan örnek bir IR ve ^{1}H-NMR spektrumlarının değerlendirilmesinin istendiği bu çalışmada, öğrencilerin spektrumları yorumlama süreçlerindeki akıl yürütmeleri Talanquer tarafından önerilen 10 höristik ve ayrıca literatürde bulunan diğer höristikler esas alınarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda Çağrışımsal aktivasyon, akıcılık, tek nedenli karar verme, genelleştirme, katılık, duygulanım, indirgeme ve temsililik höristiklerinin sıklıkla kullanıldığı ve ayrıca en çok kullanılan höristiğin de akıcılık höristiği olduğu tespit edilmiştir.

Kimya öğrencilerinin sezgisel stratejileri üzerine yapılan bu araştırmaların sonucunda höristiklerin etkisinden dolayı öğrencilerin esas ve önemli olan kimyasal bilgiyi kullanmaksızın soruları doğru veya yanlış bir şekilde cevapladıkları tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda öğrencilerin cevaplarının toplam doğruluk oranlarının genellikle düşük olduğu da özellikle belirtilmektedir. Bazı araştırmacılar kimya konularında höristiklerin sıklıkla ve bilinçsiz bir şekilde kullanılmasının sebebini öğrencilere öğrenim hayatları boyunca öğretilen bazı geleneksel höristik prensiplerin öğrencilerdeki bilişsel yolları azaltmış olabileceği ve öğrencilerin ezber yapma alışkanlığı kazanmış olabileceği şeklinde açıklamaktadırlar (Ugras, M 2018). Höristiklerin bu etkisinden dolayı da öğrencilerin kavramları yanlış veya aşırı kolaylaştırılmış olarak anladıklarına inanılmaktadır. İncelenen makalelerden kimya konularında birbirinden bağımsız olarak yapılan çalışmalar sonucu değişik höristik stratejilerinin belirlendiği anlaşılmaktadır. Bu makalelerden ayrıca bir standart veya referans olması bakımından Talanquer tarafından önerilen on höristiğin eğitimciler tarafından ilgi gördüğü ve araştırmacıların höristik tespiti ve açıklanması amacıyla Talanquer'in modelini esas almaya başladıkları da anlaşılmaktadır.

Yöntem kısmında detaylı bir şekilde açıklanan prosedür izlenerek yapılan tarama sonucu tespit edilen lisansüstü tezler; yıl, tez yazarı ve danışman adı, tez başlığı ve tezin yapıldığı üniversitenin adını içerecek şekilde Tablo 5.'de verilmiştir.

Tablo 5. Höristiklerin Kimya Konularında Kullanımlarının Araştırıldığı Lisansüstü Tezler.

	Lisansüstü Tez olarak yayımlanan Çalışmalar		
	Yıl	Tez Yazarı ve Danışman adı	Tez Başlığı ve Tezin yapıldığı Üniversitenin Adı
1	2010	LaKeisha Michelle McClary Vicente Talanquer	Of Mental Models, Assumptions And Heuristics: The Case of Acids and acid Strength The University of Arizona
2	2013	Jenine R. Maeyer, Vicente Talanquer	Common-Sense Chemistry: The Use of Assumptions and Heuristics in Problem Solving The Unıversity Of Arizona.
3	2018	Lynne M. Shenk Gillian H. Roehrig	Student Reasoning Strategies Concerning Periodic Trends University Of Minnesota.

Tablo 5'de verilen 1 no'lu tez, tablo 1'de bulunan 2 no'lu makale ile ilgilidir. Benzer şekilde Tablo 5'de verilen 2 no'lu tez de tablo 1'de bulunan 1 no'lu makale ile ilgilidir. Bahsedilen makaleler ilgili tezlerden üretilmiştir. Çalışmanın içeriği ile ilgili ayrıntılı bilgiler makalenin incelendiği kısımda verildiğinden, tekrara düşmemek adına tez içeriği ile ilgili açıklama yapmaya gerek kalmamıştır. Tablo 5'de verilen 3 no'lu tez; 13 genel kimya öğrencisinin katılımcı olduğu, mülakatların gerçekleştirildiği, mülakatlar esnasında periyodik tabloda değişen özellikler olan atom yarıçapı, iyonlaşma enerjisi, elektronegatiflik ve reaktiflik ile alakalı olarak katılımcılara soruların sorulduğu fenemonegrafik bir çalışmadır. Çalışma sonucunda eklenebilirlik, elde edilebilirlik (mevcudiyet), lexicographic, tek nedenli karar verme, temsiliyet, memnuniyet ve yüzeysel benzerlik höristiklerinin öğrenciler tarafından sıklıkla kullanıldığı ve en çok kullanılan höristiğin memnuniyet höristiği olduğu tespit edilmiştir.

YORUMLAR VE ÖNERİLER

Bilişsel bilim teorileri bireylerin günlük yaşamla ilgili yargılama ve karar verme süreçlerini ve bu süreçlerdeki akıl yürütmelerini inceleyen araştırmalarda yıllardır kullanılmaktadır. Bununla birlikte çift süreç teorisinde adından sıklıkla bahsedilen höristiklerin kimya ile ilgili konularda öğrencilerin akıl yürütmeleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalara ise çok yakın bir zamandan beri rastlanılmaktadır. İncelenen makalelerden deneysel çalışmayı içerenlerin çoğunda yapısal gösterim kullanılarak öğrencilerden spesifik bir görevi yerine getirmelerinin istendiği anlaşılmaktadır. Yapısal gösterimlerin kullanılmış olması höristik

akıl yürütme stratejilerini tetiklemiştir. İncelenen bu makalelerde öğrencilerin çeşitli kimya konuları ile ilgili akıl yürütme süreçlerinde farklı höristiklerin nasıl etkili olduğu açığa çıkarılmıştır. Bu araştırmanın sonuçları eğitimcilere öğrencilerin hatalı akıl yürütme yaklaşımlarını engellemek amacıyla geliştirecekleri stratejileri belirlemeleri hususunda oldukça faydalı olacaktır. Bununla birlikte, incelenen bu çalışmaların büyük çoğunluğu genel kimya ve organik kimya konularında yapılmıştır. Bu nedenden dolayı, birçok inorganik kimya, fizikokimya biyokimya ve analitik kimya konularında da höristiklerin etkilerinin araştırıldığı çalışmaya ihtiyaç vardır. Gelecek te bu konular da yapılacak çalışmaların alana önemli katkıları olacağı aşikardır. Konuyla alakalı olarak literatürde yer alan ve bu araştırma ile dikkatlice irdelenen çalışmalar höristiklerin kullanımının azaltılması veya höristiklerin etkilerinin engellenmesi maksadıyla yapılmış araştırmalar değildir. Bu nedenle, kimya konuları ile ilgili akıl yürütme ve karar verme süreçlerinde önemli bir yere sahip olan sezgisel yargılamalar esnasında etkisini gösteren höristiklerin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik olarak tasarlanmış değişik öğretim stratejilerinin de araştırılmasına yönelik çalışmaların yapılmasında büyük faydalar olduğunu düşünmekteyiz.

Not: Bu çalışma Gülen Önal KARAKOYUN'un "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bazı Kimya Konularındaki Höristik Kullanımlarının İncelenmesi" başlıklı doktora tezinin (Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü) ilgili kısımlarından hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

Baran E. and Bilici S.C. (2015). Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) Üzerine Alan yazın İncelemesi: Türkiye Örneği. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education) 30(1): 15-32.

Barker, V. and Millar, R. (2000). Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course?. International Journal of Science Education, 22: 1171– 1200.

Connor P. E. and Becker, B. W. (2003). Personal value systems and decision-making styles of public managers. Public Personnel Management, 32(1): 155-180.

Connor, M. C., Finkenstaedt-Quinn, S. A. and Shultz, G. V. (2019). Constraints on organic chemistry students' reasoning during IR and 1H NMR spectral interpretation. Chemistry Education Research and Practice 20: 522-541.

Cooper, M. M., Williams, L. C. and Underwood, S. M. (2015). Student understanding of intermolecular forces: a multimodal study. Journal of Chemical Education. 92, 1288–1298.

Evans, J. S. B. T. (2008). Dual-processing accounts of reasoning, judgment, and social cognition. Annual Review of Psychology. 59: 255−278.

Evans, J. S. B. T. and Stanovich, K. E. (2013). Dual-process theories of higher cognition: advancing the debate. Perspectives on Psychological Science. 8: 223−241.

Ferrari, J. R. and Dovidio J. F. (2000). Examining behavioral processes in decision: decisional procrastination and decision-making style. Journal of Research in Personality. 34: 127–137.

Gigerenzer, G. and Goldstein, D. G. (1996). Reasoning the fast and frugal way: models of bounded rationality. Psychological Review. 103: 650−669.

Gilovich, T., Griffin, D. and Kahneman, D. (2002). Eds. Heuristics and Biases: The Psychology of Intuitive Judgment. Cambridge: Cambridge University Press.

Goldstein, D. G. and Gigerenzer, G. (2002). Models of ecological rationality: the recognition heuristic. Psychological Review. 109: 75−90.

Graulich, N. (2014). Intuitive judgments govern students' answering patterns in multiple-choice exercises in organic chemistry. Journal of Chemical Education. 92: 205-211.

Hastie, R. (2001). Problems for judgment and decision making. Annual Review of Psychology. 52: 653-683.

Kahneman, D. (2011). Thinking, Fast and Slow; Farrar, Straus and Giroux: New York.

Kahneman, D. and Frederick, S. (2002). Representativeness Revisited: Attribute Substitution in Intuitive Judgment. Heuristics and Biases: The Psychology of Intuitive Judgment. Cambridge: Cambridge University Press.

Karaçam, Z. (2013). Sistematik derleme metodolojisi: Sistematik derleme hazırlamak için bir rehber. Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Elektronik Dergisi, 6(1) : 26-33.

Kerr, S. C. and Walz, K. A. (2007). Holes in student understanding: addressing prevalent misconceptions regarding atmospheric environmental chemistry. Journal of Chemical Education. 84(10) : 1693-1696.

Maeyer, J. and Talanquer, V. (2010). The role of intuitive heuristics in students' thinking: ranking chemical substances. Science Education. 94: 963−984.

Maeyer, J. and Talanquer, V. (2013). Making predictions about chemical reactivity: assumptions and heuristics. Journal of Research in Science Teaching. 50: 748−767.

Maeyer, J.R. (2013). Common-sense chemistry: the use of assumptions and heuristics in problem solving. PhD Thesis, Department of Chemistry and Biochemistry, The University of Arizona.

McClary, L. K. and Talanquer, V. (2011). Heuristic reasoning in chemistry: making decisions about acid strength. International Journal of Science Education. 33: 1433−1454.

Miller, K. and Kim, T. (2017). Examining student heuristic usage in a hydrogen bonding assessment. Biochemistry and Molecular Biology Education. 45(5): 411-416.

Minner, D. D., Levy, A. J. and Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. Journal of Research in Science Teaching. 47(4) : 474-496.

Mitra, A. (1995). Price cue utilization in product evaluations: the moderating role of motivation and attribute information. Journal of Business Research. 33: 187−195.

Morewedge, C. K. and Kahneman, D. (2010). Associative processes in intuitive judgment. Trends in Cognitive Sciences. 14: 435−440.

Nakiboglu, C. (2003). Instructional misconceptions of Turkish prospective chemistry teachers about atomic orbitals and hybridization. Chemistry Education: Research and Practice. 4(2): 171-188.

Schwarz, N. (2004). Metacognitive experiences in consumer judgment and decision making. Journal of Consumer Psychology. 14(4): 332-348.

Shah, A. K. and Oppenheimer, D. M. (2008). Heuristics made easy: an effort-reduction framework. Psychological Bulletin. 134: 207-222.

Stanovich, K. E. (2004). The Robot's Rebellion: Finding Meaning in the Age of Darwin. Chicago: University of Chicago Press.

Stanovich, K. E. and West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning: implications for the rationality debate. Behavioral and Brain Sciences. 23(5) : 645-726.

Talanquer, V. (2014). Chemistry education: ten heuristics to tame. Journal of Chemical Education. 91: 1091-1097.

Todd, P. M., and Gigerenzer, G. (2000). Précis of simple heuristics that make us smart. Behavioral Brain Sciences. 23: 727−780.

Tsangaridou, N. (2008). Trainee primary teachers' beliefs and practices about physical education during student teaching. Physical Education and Sport Pedagogy. 13(2): 131-152.

Ugras, M. (2018). Heuristic reasoning of pre-service science teachers in chemistry topics. Journal of Baltic Science Education. 17(2): 343-356.

BIOLOGY
BİYOLOJİ

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

AEDEAGUS AND SPERMATHECA STRUCTURE OF *CASSIDA SANGUINOSA* SUFFRIAN, 1844 (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE: CASSIDINAE) IN SCANING ELECTRONE MICROSCOPE (SEM)

Neslihan Bal[1]* & Hüseyin Özdikmen[1] & Fatih Ataş[1]
Damla Amutkan Mutlu[1] & Zekiye Suludere[1]

**[1]*(RA. Dr.) Gazi University, Science Faculty, Department of Biology, 06500 Ankara, Turkey*
**Corresponding author e-mail: neslihansilkin@gmail.com*

Abstract: It is accepted male genitalia are not diagnostic, spermathecae are partly diagnostic within the genus *Cassida* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae). However, studies on genitalia have been based on only stereo microscope up to now. Ultrastructures of genitalia have never been studied except for a few works. The aim of this study is to determine whether the ultrastructural work sare efficient. Aedeagus and spermatheca of totally 5 specimens of *Cassida sanguinosa* Suffrian, 1844 for the present work were collected from Bartın, Kastamonu and Kayseri provinces in Turkey in 1992 and 2004, which have been examined for the first time. Thus new diagnostic characters were obtained and it revealed that it was diagnostic from species in other subgenus. Photos of aedeagus and spermatheca in SEM are also given in the text.

Keywords: Aedeagus, *Cassida sanguinosa*, SEM, Spermatheca, Turkey.

Öz: *Cassida* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae) cinsi içerisinde genel olarak erkek genitalinin ayırt edici olmadığı, spermathecae'nın ise kısmen ayırt edici olduğu kabul edilmektedir. Bununla birlikte şimdiye kadar yapılan genital çalışmalarının sadece stereo mikroskoba dayalı olduğu görülmektedir. Genital yapılarının ince yapısı birkaç çalışma dışında çalışılmamıştır. İnce yapı çalışmalarının verimli olup olmadığını ortaya koymak amacıyla bu çalışmada Türkiye'den 1992 ve 2004 yıllarında Bartın, Kastamonu ve Kayseri illerinden toplanan toplam 5 *Cassida sanguinosa* Suffrian, 1844 örneğine ait erkek ve dişi genital yapısı SEM'de ilk defa olarak incelenmiştir. Bu sayede yeni ayırt edici karakterler elde edilmiş ve diğer bir alt cinsteki daha önce çalışmış türlerden ayırt edici olduğu ortaya konulmuştur. Erkek ve dişi genitalinin SEM fotoğrafları çalışma içerisinde sunulmuştur.

Anahtar sözcükler: Aedeagus, *Cassida sanguinosa*, SEM, Spermateka, Türkiye.

1.INTRODUCTION

The genus *Cassida* Linnaeus, 1758 includes a large number of species distributed whole world (Palaearctic, Nearctic, Oriental, Afro-tropical, Madagascar and Australian Regions). The genus is divided into 15 subgenera for the species distributed in Palaearctic and Oriental Regions (Borowiec, 2007; Özdikmen and Bal, 2019).

The Cassidinae fauna of Turkey includes 51 species of 6 genera. The genus *Cassida* numbers 41 species of 11 subgenera (Ekiz et al., 2013; Özdikmen et al., 2014; Özdikmen and Kaya, 2014). However, a total of 5 species in 5 subgenera as *Cassida* (*Cassida*) *seladonia* Gyllenhal, 1827, *Cassida* (*Lordiconia*) *canaliculata* Laicharting, 1781, *Cassida* (*Mionycha*) *azurea* Fabricius, 1801, *Cassida* (*Mionychella*) *hemisphaerica* Herbst, 1799 and *Cassida* (*Tylocentra*) *persica*Spaeth, 1926 were reported by Kısmalı&Sassi (1994), Warchalowski (2003, 2010) and Borowiec and Sekerka in Löbl& Smetana (2010) from Turkey without any exact locality, but only as Asian Turkey (Anatolia). With this reason, the occurrence in Turkey of these species needs confirmation. Consequently, so it can say that the fauna of Turkish *Cassida* includes 36 species (except for 5 problematic species) of 9 subgenera on the base of exact localities in Turkey.

The nominotypical subgenus *Cassida* (*Cassida*) Linnaeus, 1758 includes 46 species distributed whole World (45 Palaearctic species including the type species *Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758 and one native species from North America). The nominotypical subgenus is represented by 21 species in Turkey. *Cassida sanguinosa Suffrian*, 1844 is one of the species in the nominotypical subgenus.

According to Bordy and Doguet (1987), Borowiec and Świętojańska (2001) and Borowiec (2007), male genitalia are not diagnostic within the genus *Cassida* Linnaeus, 1758. Spermathecae are partly diagnostic.

Hitherto, we think that arrangement of the subgeneric classification in the genus *Cassida* on the base of aedeagal and especially spermathecal morphologies was overlooked due to this acceptance and approval. Whereas, we believe that ultrastructural and detailed investigations of aedeagi and spermathecae will be very important in the genus *Cassida* with regard to subgeneric classification especially. With this reason, detailed investigations of aedeagus and spermatheca of *Cassida sanguinosa Suffrian*, 1844 from Turkey were studied with stereo microscope. Obtaining observations are presented below.

The aim of this work, detailed morphologies observed by SEM of aedeagus and spermatheca of *Cassida sanguinosa Suffrian*, 1844 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae) from Turkey is to reveal.

2.MATERIALS AND METHODS

The available specimens (a total of 5 specimens) for the present work were collected from Bartın, Kastamonu and Kayseri provinces in Turkey in 1992 and 2004. The specimens are deposited at Gazi University (Turkey, Ankara).

The aedeagi and spermathecae were dissected from abdomen, remaining tissue were removed with fine tweezers.For microscopic examination after cleaning, the samples were placed 70% ethanol and examined with Olympus SZX7 stereomicroscope.

For scanning electron microscopy (SEM), cleaned samples were dehydrated using an ascending series of ethanol (70%, 80%, 90%, and 100%) and then air dried. After that the specimens were mounted onto SEM stubs using a double-sided adhesive tape, coated with gold using a Polaron SC 502 Sputter Coater, and examined with a JEOL JSM 6060 Scanning Electron Microscope (SEM) at 5-10 kV.

RESULTS and DISCUSSION

Species *Cassida sanguinosa* Suffrian, 1844 (Fig. 1)

Cassida sanguinosa is a Palearctic species. Body length is 6,0-7,5 mm. It is distributed in Europe (Austria, Bosnia and Herzegovina, Belarus, Croatia, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Great Britain, Italy, Latvia, Lithuania, Hungary, Netherlands, Norway, Russia, Poland, Slovakia and Ukraine); in North Africa(Algeria, Morocco) and in Asia (Kazakhstan, Siberia, Turkey). (Warchalowski, 2010; Borowiec and Sekerka in Löbl & Smetana (2010)).

The species is rather widely distributed in Turkey. It has been recorded from 2 Turkish regions. It is reported from Bartın and Kastamonuprovinces in Asian Turkey (Ekiz et al., 2013; Özdikmenand Kaya, 2014).

Material examined: Turkey, Bartın prov.: Bartın- Çaycuma road, entry of Çiftlikköy, 19.V.2004, 2 specimens; **Kastamonu prov.:** Ilgaz-Tosya road, entry of Tosya,16.V.2004, 1 specimen; Taşköprü- Kastamonu road (Bukkarşı village), Tekev, 17.V.2004, 1 specimen; **Kayseriprov.:**

Develi, Kocahacılı, 38°11'15" K 35°23'50"D, 07.V.2018, 1092 m, 1 specimen.

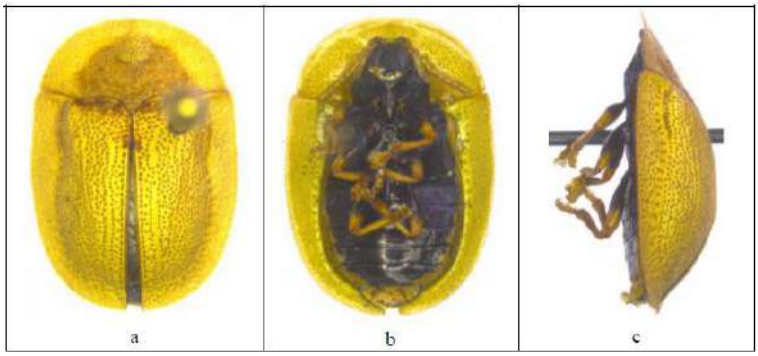


Figure 1.*Cassida sanguinosa* Suffrian, 1844 species a)dorsal, b) ventral, c) lateral view.

Aedeagus and spermatheca of *Cassida sanguinosa* were studied with stereo microscope. Obtaining observations on detailed morphologies of them are presented as follows:

Aedeagus

The median lobe is blackish-dark brown in the basal 3/4 and apical 1/4 in light brown.

In lateral view, the median lobe is generally curved more or less regularlyfrom the median foramen to the apex. The median lobe gradually narrows from the base to the apical portion. The apex of the median lobe is thinner in a long section and is flat and pointed.

The median lobe was slightly enlarged only in the apical portion. The apex is more or less elongated and the trunk is (truncated).

In dorsal view, the median lobe is slightly enlarged only in the apical portion. The apex is more or less elongated and the trunk is (truncated). In this section, the apex is curved towards the dorsal, and thus the apex appears to be truncated. The ratio of the truncated portion of the apex to the width of the apical portion of the median lobe is about 30%, less than about 1/3. The upper and lateral edges of the orifiz are more or less rounded. The dorsal plate is prominent and occupies almost the basal half of the orifice. The median lobe is thickened on the lateral and anterior parts of the orifice. Lateral kısımdaki kalınlaşma ön kısımdaki kalınlaşmadan daha incedir. The median lobe joins more or less V behind the orifice.

In ventral view, the median lobe is slightly enlarged only in the apical portion.The apex is more or less elongated and the trunk is (truncated).The ventral surface of the median lobe is regularly cylindrical.

Spermateka

Vasculum (general view of spermatheca) is in the form of a boomerang or payphone. It is distinctly curved, relatively wide-angle, asymmetrical C-shaped (the apicalpart of the cornu is elongated). It is generally light brown. Cornu is especially in the apical part much thicker than the nodulus in vasculum. The apical portion of Cornu is markedly swollen.Cornu's apex is rounded.The apical part of Cornu is dark Brown only in a narrow part on the inner surface.The nodulus is short, almost parallel, but not swollen. The nodulus is dark brown only on the inner surface in the basal part. It is very short with the bulb and connected to the basal end of the nodulus flat (parallel) at the bottom. Collum has a shorts talk shape. Collum is thinner than nodulus thickness.

The ramus is swollen, protruding from the outside, with a short conical shape. Ramus is slightly thinner than the thickness of the nodulus in its widest part. The spermatekal gland is attached to the ramus on the outer surface near the basal part of the ramus. Ductus spermateka connects straight to the ramus. It is verythin and regularly curled spirally over its entire length. Ductus spermateka is much thinner than the thickness of the ramus.

In SEM (Scanning Electron Microscope) (Figs. 2-11)**:**

Only different characters in photos of SEM are presented below.

Aedeagus :

Median lobe especially in anterior half with scattered, irregular and sparsely ultrastructural pits. The pits on ventral parts of median lobe much more than on dorsal parts. The pits located only in lateral parts of terminal part of median lobe in dorsal view. Dorsal plate and flattened area behind it without ultrastructural pits in dorsal view. Also the terminal area from upper margin of orifice to aedeagal apex without ultrastructural pits in dorsal view. Apex of median lobe folded to dorsal surface and so appears like a truncated-shaped, but not cut. Apex of median lobe gradually narrowed, not additionally prolonged.



Figure 2. Aedeagus of *C. sanguinosa la*teral view (SEM).

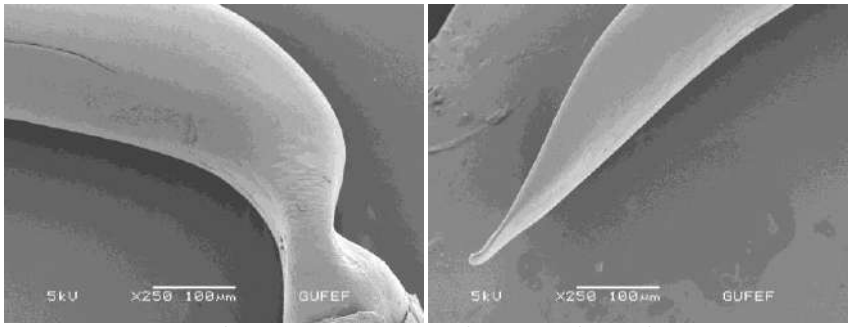


Figure 3. Aedeagus of *C. sanguinosa*, Median foramen (left) and folded apex and pits on apical part of median tube (right) in lateral view (SEM).

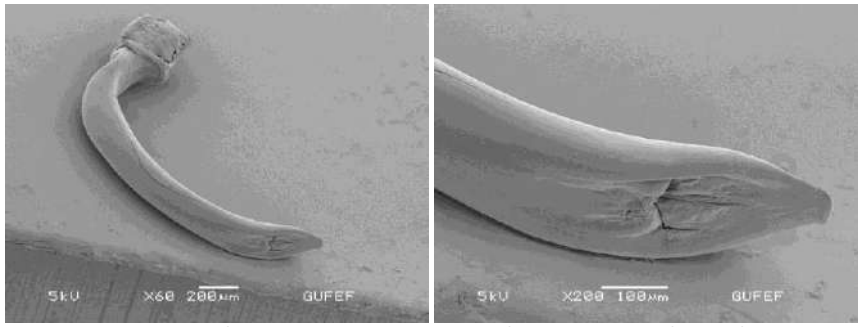


Figure 4. Aedeagus of *C. sanguinosa*, apical part of median tube (left) and folded apex, pits on lateral tickening of apical part of median tube (right) in dorso-lateral view (SEM).

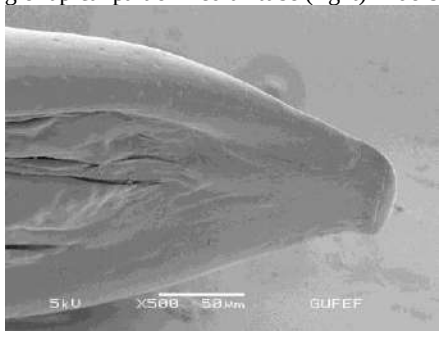


Figure 5. Aedeagus of *C. sanguinosa*, folded apex, pits on lateral tickening of apical part of median tube in dorso-lateral view (SEM).

Spermatheca:

Cornu rounded proximally. Apex clearly prolonged. Nodulus, cornu, ramus, collum and proximal tube of ductus spermatheca with scattered, irregular and sparsely ultrastructural pits. Especially ramus has much bigger ultrastructural pits than the others region.

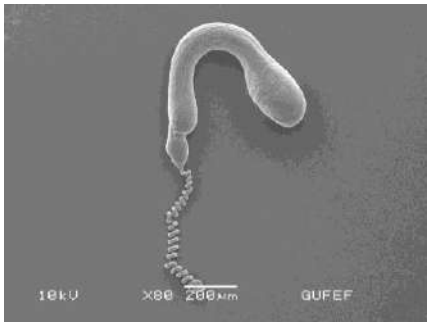


Figure 6. Spermatheca of *C. sanguinosa*, lateral view (SEM).

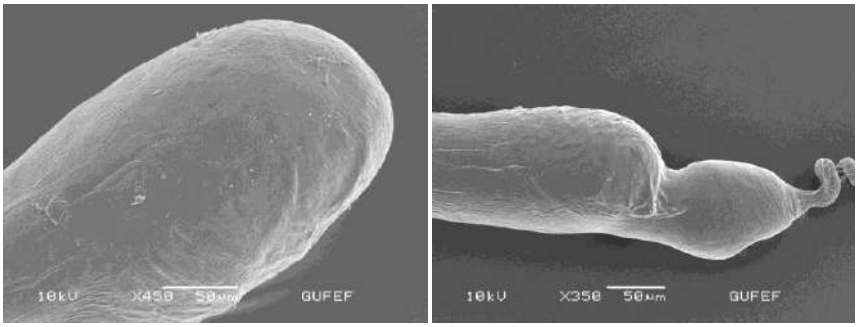


Figure 7. Spermatheca of *C. sanguinosa*, apical part of cornu (left) and nodulus, collum, ramus and proksimal duct (right) in lateral view (SEM).

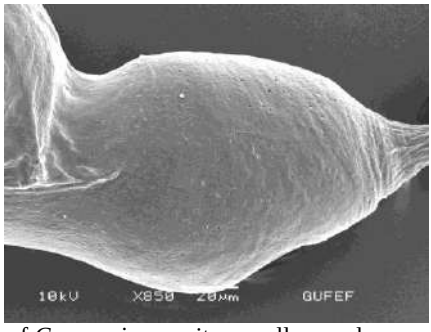


Figure 8. Spermatheca of *C. sanguinosa*, pits on collum and ramus in lateral view (SEM).

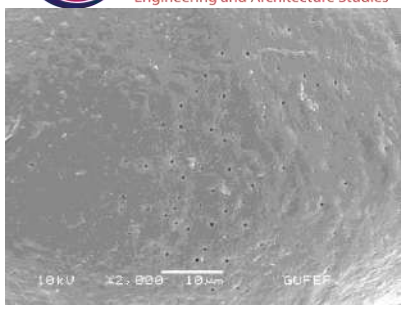


Figure 9. Spermatheca of *C. sanguinosa*, pits on ramus in lateral view (SEM).

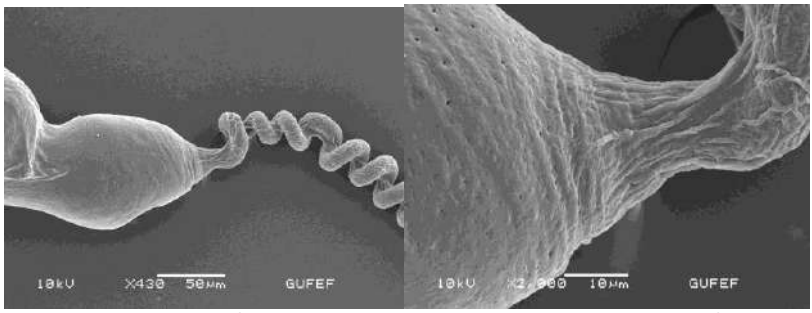


Figure 10. Spermatheca of *C. sanguinosa*, collum, ramus, proximal duct (left) and onset of proximal tube in lateral view (SEM).

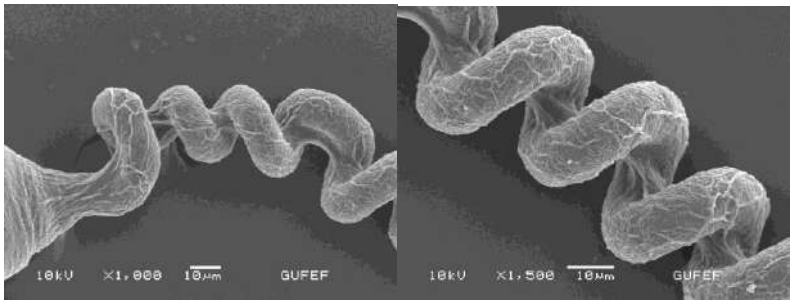


Figure 11. Spermatheca of *C. sanguinosa*, ductus spermatheca in lateral view (SEM).

As known *Cassida sanguinosa* is in the nominotypical subgenus *Cassida* (*Cassida*). According to results of the present work, aedeagal and especially spermathecal morphologies of *Cassida sanguinosa* **distinctly differ from** *Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758 that is the type species of the genus and nominotypical subgenus.

Diagnostic external morphological characters of adults for *Cassida nebulosa* and *Cassida sanguinosa*:

-. Primary puncturation of elytra arranged in regular rows, without any punctures between rows 3 and 4. Pronotum on both sides laterally more or less rounded. On elytra with numerous small blackspots. Underside

completely black. Legse ntirely yellow. Length 6.0-7.0 mm. An Asiatic-European species……...*Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758

-. Elytra not regularly seriate-punctate, at least with some extra punctures between rows 3 and 4. Pronotum on both sides laterally more or less narrowed. On elytrawithout numerous small blackspots. Elytra with a dark dot behind the scutellum and a few darkened spots on both sides of scutellum. Underside mostly black, but borders of abdomen pale only apically. Femora mostly black, apical fourth yellow. Length 6.0-7.5 mm. A Paleartic species.…….....*Cassida sanguinosa* Suffrian, 1844

At first view, aedeagal morphologies of *Cassid anebulosa* and *Cassida sanguinosa* are more or less similar in general. Even so, many characters in detail are different and diagnostic between *Cassida nebulosa* and *Cassida sanguinosa*. These diagnostic characters can see below.

Aedeagus of *Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758 (Fig. 4)**:**

Median lobe completely brown.

In lateral view, median lobe distinctly and regularly curved median foramen to apex in general. Median lobe gradually, but slightly narrowed from the baseto the apex. The apex of median lobe almost abruptly sharpened and pointed.

In dorsal view, median lobe barely widened from the median part to the apex, and the apex more or less prolonged and clearly truncated.Upper and lateral margins of orifice more or less rounded. Dorsal plate distinct and almost covered basal half of orifice. Median lobe in lateral parts and fore part of orifice thickened. Thickening in lateral parts smaller than the fore part. Median lobe behind the orifice joined more or less V-shaped.

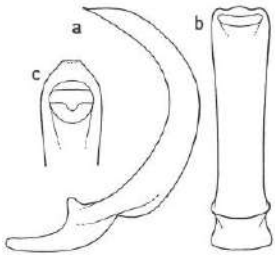


Figure 12.Aedeagusof *Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758, a. lateral view, b. dorsal view, c. apex of median tube in dorsal view (from Bordy, 2009).

Diagnostic characters of aedeagus for *Cassida nebulosa* and *Cassida sanguinosa*:

-. Median lobe completely brown. In lateral view, median lobe distinctly and regularly curved median foramen to apex in general; the apex of median lobe almost abruptly sharpened and pointed; projection of apex short and right. In dorsal view, lateral thickenings in apical part of median lobe larger……..……..*Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758

-. Median lobe black in 3/4 of its length basally and clearly brown in apical part (apical fourth). In lateral view, median lobe distinctly, but irregularly and less curved median foramen to apex in general; the apex of median lobe gradually narrowed and narrower and pointed; projection of apex longer and slightly upright. In dorsal view, lateral thickenings in apical part of median lobe narrower…...*Cassida sanguinosa* Suffrian, 1844

On the otherhand, spermathecal morphologies of *Cassida nebulosa* and *Cassida sanguinosa* are clearly different.Many characters in detail are diagnostic. These diagnostic characters can see below.

Spermatheca of *Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758(Fig. 5, 6)**:** General view of spermatheca in the form of opened hook or bird beak-shaped, distinctly curved. Nodulus distinctly swollen and bulbous. Apical part of cornu clearly sharpened. Apex of cornu pointed. Cornu with an integument trace in front of the apex. Collum invisible, very reduced. Ramus visible, but small. Ramus joined to nodulus in latero median part of external surface basally.Ductus spermatheca very long, rather fine ,regularly spiral almost along its lenght.



Figure 13. Spermathecaof *Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758, lateral view (from Bordy, 2009).

Diagnostic characters of spermatheca for *Cassida nebulosa* and *Cassida sanguinosa*:

-. General view of spermatheca in the form of opened hook or bird beak-shaped, distinctly curved. Nodulus distinctly swollen and bulbous. Apical part of cornu clearly sharpened. Apex of cornu pointed. Cornu with an

integument trace in front of the apex. Collum invisible, very reduced. Ramus visible, but small. Ramus joined to nodulus in latero median part of external surface basally.Ductus spermatheca very long, rather fine,regularly spiral almost along its lenght ……...*Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758

-. General view of spermatheca boomerang-shaped, distinctly curved, relatively obtuse angled, dissymmetrical C-shaped (apical part of cornu prolonged). Nodulus almost parallel, not swollen. Apical part of cornu clearly swollen .Apex of cornu rounded. Cornu without an integument trace in front of the apex. Collum visible, like a short peduncle. Ramus swollen, outwardly offset and briefly tapered. Ramus joined to collum and hereby nodulus rightly. Ductus spermatheca rather short and rather fine at the beginning of the ramus, regularly spiral almost a long its lenght……...….*Cassida sanguinosa* Suffrian, 1844



Figure 14. Complete spermatheca of *Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758, lateral view (from Bordy, 2009).

CONCLUSION

As mentioned above, 10 aedeagal characters for *Cassida nebulosa* that is the type species of the subgenus *Cassida* (*Cassida*), are determined. The type species is clearly distinguished from *Cassida sanguinosa* by 5 determined aedeagal characters.

However, 9 spermathecal characters for *Cassida nebulosa* are determined. The type species clearly differs from *Cassida sanguinosa* by all determined spermathecal characters.

Accordingly, it can say thatthe type species *Cassida nebulosa* and *Cassida sanguinosa* are probably not congeneric.

According to results of the present work, we believe that ultrastructural and detailed investigations of aedeagi and spermathecae will be very important in the genus *Cassida* with regard to subgeneric classification especially.

REFERENCES

Bordy B 2009. Coléoptères, Chrysomelidae: Hispinae et Cassidinae, Faune de France, volume 85, 260 pp.

Bordy B, Doguet S 1987. Contribution à la connaissance des Cassidinae de France. Étude de leurspermathèque (Coleoptera, Chrysomelidae). Nouvelle Revue d'Entomologie(N.S.), 4: 161-176.

Borowiec L 2007. Two new species of *Cassida* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae) from Madagascar and notes on subgenera of the genus *Cassida.* Zootaxa, 1586: 47-58.

Borowiec L, Sekerka L2010. Cassidinae. Pp. 368-390. In Löbl, I. & Smetana A. (eds.). Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Vol. 6. Chrysomeloidea. Stenstrup: Apollo Books, 924 pp.

Borowiec L, Świętojańska J2001. Revision of *Cassida litigiosa* group from southern Africa (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae). Annales Zoologici Warszawa, 51: 153-184.

Ekiz AN, Şen İ, Aslan EG, Gök A2013. Checklist of leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) of Turkey, excluding Bruchinae. Journal of Natural History, 47(33-34): 2213-2287.

Kısmalı S, Sassi D 1994. Preliminary list of Chrysomelidae with notes on distribution and importance of species in Turkey. II. Subfamily Cassidinae Spaeth. Türk Entomol. Derg.,18(3):141-156.

Özdikmen H, Bal N 2019. On the subgenus *Alledoya* Hincks, 1950 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae). Munis Entomology & Zoology, 14(2): 350-357.

Özdikmen H, Kaya G2014. Chorotype identification for Turkish Chrysomeloidea (Coleoptera) Part I – Chrysomelidae: Hispinae and Cassidinae. Munis Entomology & Zoology, 9(1): 58-70.

Özdikmen H, Mercan N, Cihan N, Kaya G, Topcu NN, Kavak M 2014. The importance of superfamily Chrysomeloidea for Turkish biodiversity (Coleoptera). Munis Entomology & Zoology, 9(1): 17-45.

Warchałowski A 2003. Chrysomelidae: the leaf beetles of Europe and the mediterranean Area. Warszawa: Natura optima dux Foundation; 600 pp.

Warchalowski A2010. The Palaearctic Chrysomelidae. Identification keys. Vol. 1 & 2. Warszawa, 2010. 1212 pp.

AEDEAGUS AND SPERMATHECA STRUCTURE OF *CHRYSOMELA POPULI* LINNAEUS, 1758 (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE: CHRYSOMELINAE) IN STEREO MICROSCOPE

Neslihan Bal*

[1]Gazi University, Science Faculty, Department of Biology, 06500 Ankara, Turkey*

**Corresponding author e-mail: neslihansilkin@gmail.com*

Abstract: The paper presents morphological features of aedeagus and spermatheca of *Chrysomela populi* Linnaeus, 1758 that is a Sibero-European species (Coleoptera: Chrysomelidae: Chrysomelinae) from Turkey for the first time. *Chrysomela* genus has five species spread in Turkey; *Chrysomela collaris* Linnaeus, 1758, *Chrysomela populi* Linnaeus, 1758, *Chrysomela Salicati* (Weise, 1884), *Chrysomela tremula* Fabricius, 1787 and *Chrysomela vigintipunctata* (Scopoli, 1763). *Chrysomela populi* is one of these species. Aedeagus and spermathecae are partly diagnostic within the genus *Chrysomela* Linnaeus, 1758. Accordingly, detailed investigations of aedeagus and spermatheca are very important to obtain new diagnostic characters in the genus *Chrysomela*. Photos in stereo microscope are also given in the text.

Keywords: Aedeagus, *Chrysomela populi*, morphology, spermatheca, Turkey.

Öz: Makalede, ilk kez Türkiye'den bir Sibero-European türünün (Coleoptera: Chrysomelidae: Chrysomelinae) *Chrysomela populi* Linnaeus, 1758'nin spermateka ve aedeagusun morfolojik özellikleri sunulmaktadır. *Chrysomela* cinsi içerisinde Türkiye'de yayılış gösteren *Chrysomela collaris* Linnaeus, 1758, *Chrysomela populi* Linnaeus, 1758, *Chrysomela saliceti* (Weise, 1884), *Chrysomela tremula* Fabricius, 1787 ve *Chrysomela vigintipunctata* (Scopoli, 1763) olmak üzere 5 tür bulunmaktadır. *Chrysomela populi* bu türlerden bir tanesidir. *Chrysomela* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Chrysomelidae: Chrysomelinae) cinsi içerisinde genel olarak erkek genitali ve spermatheca'nın kısmen ayırt edici olduğu kabul edilmektedir. Buna göre, aedeagus ve spermateka'nın detaylı incelemeleri, *Chrysomela* cinsinde yeni teşhis karakterleri elde etmek için çok önemlidir. Ayrıca stereo mikroskopta çekilen fotoğraflar metin içerisinde verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aedeagus, *Chrysomela populi*, morfoloji, spermateka, Türkiye.

1.INTRODUCTION

Chrysomelinae subfamily contains 130 genus and 3000 species in the world. This number is 102 species belonging to 15 genera in Turkey. One of the 15 genera is *Chrysomela* Linnaeus, 1758 (Atay ve Çam, 2006; Özdikmen, 2014). The genus *Chrysomela* Linnaeus, 1758 includes a large number of species distributed world (Palaearctic, Nearctic and Oriental regions). The genus contains 11 species in Palaeartic region. Five of these species are distributed in our country. These are *Chrysomela collaris* Linnaeus, 1758, *Chrysomela populi* Linnaeus, 1758, *Chrysomela saliceti* (Weise, 1884), *Chrysomela tremula* Fabricius, 1787 ve *Chrysomela vigintipunctata* (Scopoli, 1763). (Kıppenberg in Löbl & Smetana (2010)).*Chrysomela populi* Linnaeus, 1758 is nominotypical species of *Chrysomela* genus.

External morphological features are generally used in the identification of the species. Nowadays, in molecular studies such as barcoding, it gives information about the close or distance of the species systematically. In addition to molecular studies, It is believed that female and male genitalia are of great importance in diagnosis by observing in stereo microscopy and SEM (Scaning Electrone Microscope) and also that sample identification becomes easier and difficult species can be separated easily. We think that the aedeagal and spermatecal morphologies in the genus *Chrysomela* are ignored in the classification of species. Whereas, we believe that ultrastructural and detailed investigations of aedeagi and spermathecae will be important in the genus *Chrysomela* with regard to species classification especially. With this reason, detailed investigations of aedeagus and spermatheca of *Chrysomela populi* Linnaeus, 1758 from Turkey were studied with stereo microscope. Obtaining observations are presented below.

The aim of this work, detailed morphologies observed by stereo microscope of aedeagus and spermatheca of *Chrysomela populi* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Chrysomelidae: Chrysomelinae) from Turkey is to reveal.

MATERIALS AND METHODS

The available specimens (a total of 897 specimens) for the present work were collected from Bursa, Çankırı, Karabük, Kastamonu, Kayseri, Niğde, Osmaniye and Zonguldak provinces in Turkey in 1997, 2003, 2004, 2006, 2007, 2011-2016, 2018. The specimens are deposited at Gazi University (Turkey, Ankara).

The aedeagi and spermathecae were dissected from abdomen, remaining tissue were removed with fine tweezers. For microscopic

examination after cleaning, the samples were placed 70% ethanol and examined with Olympus SZX7 stereo microscope.

RESULTS and DISCUSSION

Species *Chrysomela populi* Linnaeus, 1758 (Fig. 1)

Chrysomela populi is a Sibero-European species. Body length is 10-12 mm. It is distributed in Europe (South European Territory of Russia and European Turkey); in Asia(Afghanistan, Armenia, China, Georgia, India, Iran, Japan, Nepal, Russia, Siberia, South Korea, the Far East and Turkey (Anatolia)) and in North Africa (Warchalowski, 2010; Kıppenberg in Löbl & Smetana (2010)).

The species is rather widely distributed in Turkey. It has been recorded from 39 provinces in 6 of 7 Turkish regions except for South-Eastern Anatolian region. It is reported from Aksaray, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Bilecik, Bitlis, Burdur, Çorum, Denizli, Düzce, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Isparta, İstanbul, İzmir, İzmit, Kahramanmaraş, Karabük, Karaman, Kars, Kastamonu, Kayseri, Kırıkkale, Kocaeli, Konya, Manisa, Nevşehir, Niğde, Ordu, Osmaniye, Samsun, Sinop, Sivas, Tokat, Trabzon and Zonguldak provinces in Asian Turkey and İstanbul province in European Turkey (Aslan ve Özbek, 1999; Atay ve Çam, 2006; Özdikmen, 2011; Özdikmen ve diğerleri, 2012; Ekiz ve diğerleri, 2013).

Material examined: Turkey, Bursa prov.: Bursa, İnegöl, Boğazköy village, N 40˚ 16'E 29˚ 52', 24.VI.2011, 280 m, 2 specimens; Osmangazi, Hamzabey, the peak of Kuzguncuk, N 40˚ 13'E 29˚ 52', 03.IV.2012, 273 m, 1 specimens; Özlüce village, 07.IV.2012, 340m, 1 specimen; İnegöl, Boğazköy village, 18.IV.2012, 7 specimens; İnegöl, Sungurpaşa village, N 40˚ 19'E 29˚ 48', 24.IV.2012, 300 m, 2 specimens; Orhangazi, Çeltikçi village, N 40˚ 07'E 29˚ 48', 10.VI.2012, 302 m, 2 specimens; İnegöl, Yenice, N 40˚ 09'E 29˚ 44', 17.VI.2012, 319m, 3 specimens; İnegöl, Akıncılar village, N 40˚ 11'E 29˚ 41', 18.VI.2012, 341 m, 1 specimen; İnegöl, Alibey village, N 40˚ 03'E 29˚ 56', 29.VI.2013, 326 m, 2 specimens; İnegöl,Alibey village, N 40˚ 05'E 29˚ 57', 29.VI.2013, 300m, 3 specimens; **Çankırı prov.:** Kurşunlu, 5 km to the Eskiahir village, N 40˚ 50'- E 33˚ 15', 25.VII.2013, 1152 m, 3 specimens; Kurşunlu, Çatkese, N 40˚ 50'- E 33˚ 13', 27.VII.2013, 1659 m, 18 specimens; Kızılırmak, Return of Karallı Village 2. Km, N 40˚ 18'- E 33˚ 56', 25.IV.2014, 606 m, 1 specimen; Kurşunlu, between Köpürlü-Kapaklı villages , N 40˚ 46'– E 33˚ 17', 06.VIII.2014, 1195m., 4 specimens; Şabanözü, Gümerdiğin village, N 40˚ 26'– E 33˚ 15', 08.VIII.2014, 1032 m, 11 specimens; Eldivan, entry of Çiftlik village, N 40˚ 34'– E 33˚ 30', 09.VIII.2014, 856m., 1 Specimen; Şabanözü, Güldağı, N 40˚ 24'– E 33˚ 15', 12.V.2015, 1342 m, 7 specimens; Şabanözü, Gümerdeğin town, N 40˚ 26'– E 33˚ 15', 12.V.2015, 1026 m, 9 specimens; Eldivan, 5 km before Akbulut turn off,

N 40˚ 30'– E 33˚ 31', 1194 m, 13.V.2015, 2 specimens; Eldivan, entry of eldivan center, N 40˚ 32'- E 33˚ 30', 909 m, 14.V.2015, 4 specimens; Kızılırmak, Kahyalı village, N 40˚ 16'- E 33˚ 55', 17.V.2015, 634 m, 1 specimen; Yapraklı, Bugay village, N 40˚ 42'– E 33˚ 46', 25.V.2015, 897 m, 6 specimens; Yapraklı, entry of Çevrecik, N 40˚ 39'– E 33˚ 49', 25.V.2015, 953 m, 12 specimens; Yapraklı, Çevrecik road 2. km, N 40˚ 39'– E 33˚ 49', 26.V.2015, 871 m, 5 specimens; Yapraklı, entry of Topuzsaray village, N 40˚ 38'– E 33˚ 53' E, 26.V.2015, 1169 m, 30 specimens; Yapraklı, Kirliakça village, N 40˚ 37'– E 33˚ 54', 26.V.2015, 914 m, 10 specimens; Ilgaz, between Şeyhyunus-Ericek villages, N 40˚ 49'– E 33˚ 33', 27.V.2015, 1361 m, 5 specimens; Ilgaz, between Şeyhyunus-Ericek villages, N 40˚ 49' –E 33˚ 31', 18.VI.2015, 1438m., 3 specimens; Ilgaz, Onat village, N 40˚ 58'–E 33˚ 41', 19.VI.2015, 1024 m, 28 specimens; Ilgaz, Satılar-Beyköy-Saraycık return, N 40˚ 58'–E 33˚ 42', 19.VI.2015, 1048 m., 30 specimens; Ilgaz, Satılar village, N 40˚ 59'–E 33˚ 43', 19.VI.2015, 1129m, 3 specimens; Atkaracalar, Kükürt village,Between Demirciler -Yazıören district, N 40˚ 55'– E 33˚ 4', 20.VI.2015, 924m, 3 specimens; Kurşunlu, Çatkese village, N 40˚ 53'– E 33˚ 12', 21.VI.2015; 1228m, 6 specimens; Ilgaz, entry of Yuvasaray, N 40˚ 53'–E 33˚ 44', 25.VI.2015, 781m, 427 specimens; Eldivan,entry of Eldivan center, N 40˚ 32'–E 33˚ 30', 28.VI.2015, 874m, 22 specimens;Eldivan, Saray road (Ziya Gökalp Street), N 40˚ 30' –E 33˚ 30', 28.VI.2015, 1014 m, 12 specimens; Yapraklı, Yüklü return, N 40˚ 40'–E 33˚ 45', 29.VI.2015, 861m, 7 specimens; Yapraklı, entry of Kaymaz village, N 40˚ 43'–E 33˚ 54', 29.VI.2015, 1011m, 8 specimens; Yapraklı, between Yüklü-Çevrecik return, N 40˚ 40'– E 33˚ 45', 29.VI.2015, 926m, 8 specimens; Yapraklı, Çevrecik return, N 40˚ 39'–E 33˚ 51' E, 29.VI.2015, 992m, 2 specimens;Yapraklı, Topuzsaray köyü, N 40˚ 38'–E 33˚ 53', 29.VI.2015, 985m, 50 specimens; **Karabük prov.:** Karlı village return (Eflani- Daday road), 15.V.2003, 1040 m, 7 specimens; Hanköy, Aşağı bağ mevki, 16.V.2003, 575 m, 40 specimens; **Kastamonu prov.:** Tosya-Ilgaz road, exit of Tosya 2.km, 25.VII.2003, 8 specimens; Ilgaz-Tosya road, 39 km to Tosya (Ankara-Kastamonu/İstanbul- Karadeniz road return), 16.V.2004, 1 specimen; Ilgaz- Tosya road, 34 km to Tosya, 16.V.2004, 4 specimens; Taşköprü- Kastamonu road (Bukkarşı village), tek ev, 17.V.2004, 5 specimens; **Kayseri prov.:** Pınarbaşı, Pazarören, 10.VI.2015, 1630 m,7specimens; Pınarbaşı, Kılıçkışla, 38˚ 39'48'' K, 36˚ 12'37'' D, 05.VII.2015,1433m, 5 specimens; Melikgazi, Sarımsaklı, 23.VI.2016, 1222m, 12 specimens; Melikgazi, Sarımsaklı, 1222m., 26.VI.2016, 2 specimens; Kocasinan, Beydeğirmeni, 38˚ 49' 43'' K, 35˚ 10' 04'' D, 28.V.2018, 977 m, 26 specimens; Hacılar, Erciyes, 38˚ 28'58'' K, 35˚30'41'' D, 04.VI.2018, 2000 m, 4 specimens; Sarız, Darıdere, 38˚ 26'49'' K, 36˚28'24'' D, 06.VI.2018,1555 m, 1 specimen; İncesu, Karakoyunlu, 38˚ 37'53'' K, 35˚ 09'28'' D, 28.V.2018, 1114 m, 4

specimens; **Niğde prov.:** Bor, Derbent Mevkii, 06.VII.1997, 5 specimens; **Osmaniye prov.:** Haraz Plateau, N 37˚ 04'– E 36˚ 21', 18.V.2006, 713m, 2 specimens; Zorkun Fenk Plateau, N 36 59 662, E 36 20 648, 1049m, 04.VI.2007, 1 specimen; **Zonguldak prov.:** Çıplaklar village, Exit of Devrek, Against the çıplaklar fountain (Yedigöllere 40 km to go),13.V.2003, 250m, 1 specimen.

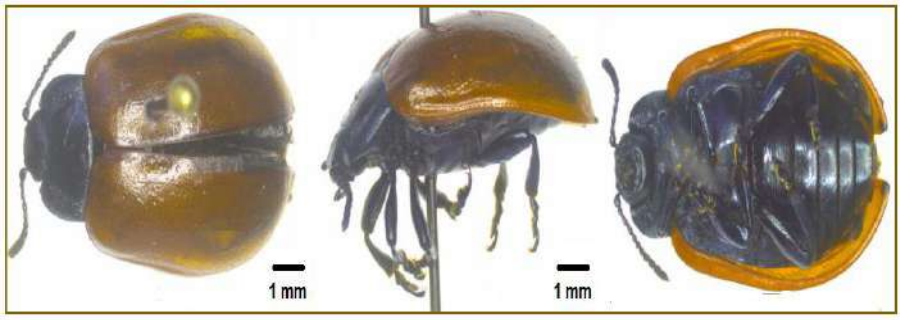


Figure 1.*Chrysomela populi* Linnaeus, 1758**,** dorsal view (left), lateral view and ventral view (right).

Aedeagus and spermatheca of *Chrysomela populi* were studied with stereo microscope. Obtaining observations on detailed morphologies of them are presented as follows:

Aedeagus (Fig. 2)**:**

The median lobe is completely light brown.

In lateral view, median lobe distinctly and almost perpendicularly curved median foramen to apex in general. Median lobe gradually, but slightly narrowed from the base to the apex. The median lobe suddenly contracted markedly at the end, resulting in a bird-like appearance. The apex of median lobe right and pointed.

In dorsal view, median lobe is narrowed to be more pronounced in the apex and roundedly protruding. Upper and lateral margins of orifice more or less rounded. In the dorsal aspect of the orifice, a pair of prominent inner plaques are seen, extending approximately 2/3 of the orifice. Median lobe in lateral parts and fore part of orifice thickened. Thickening in lateral parts distinctly smaller than the fore part. Median lobe behind the orifice joined more or less U-shaped. It carries cetas on the sides, approximately to the midline of the anterior half of the orifice with the basal of the apex of the median lobe. Apex does not have seta.

In ventral view, median lobe is narrowed to be more pronounced in the apex and roundedly protruding. The median lobe is almost parallel-edged. The apex is more or less elongated and does not have a truncate. The median lobe has a wide flattened area just in the middle of the apical portion of the ventral surface.

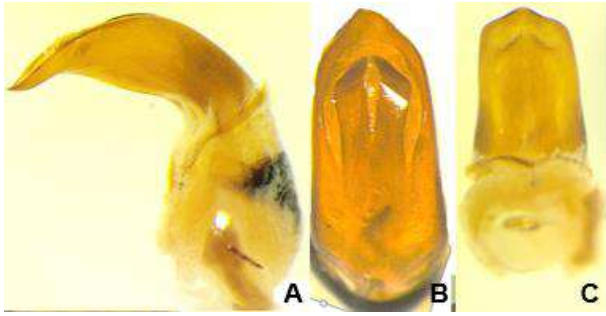


Figure 2. *Chrysomela populi* species A. Lateral view, B. Dorsal view, C. Ventral view.

Spermateka (Fig. 3):

Vasculum (general view of spermatheca) is in the form of a eggplant or boxing gloves.It is distinctly curved, relatively wide-angle, asymmetrical C-shaped. It is generally light brown. Cornu is especially in the apical part much thicker than the nodulus in vasculum. The apical portion of Cornu is markedly swollen. Cornu's apex is rounded.The nodulus is short, almost parallel, but not swollen. Ampulla is more or less elongated channel or tubular and connected to the nodulus on the outer surface in the basal part of the nodulus. Collum is short or blunted and is vague. The ramus is more or less elongated in the form of a straight and thick channel or pipe. The spermathecal gland and the spermatheca canal are connected to the ramus on the outer surface of the last part of the ramus. Thus, the ramus appears to be divided into two parts in the last part.



Figure 3. Spermatheca of *Chrysomela populi* Linnaeus, 1758 lateral view.

As mentioned above, 11 aedeagal and 12 spermathecal characters for Chrysomela populi that is the type species of the genus Chrysomela, are determined.

To date, there is no study in this context in which male and female genital morphologies of Chrysomelinae subfamily have been studied in Turkey.

According to results of the present work, we believe that ultrastructural and detailed investigations of aedeagi and spermathecae will be very important in the genus Chrysomela with regard to classification especially.

REFERENCES

Aslan, İ., Özbek, H. (1999). Erzurum Erzincan ve Artvin illeri Chrysomelinae (Coleoptera, Chrysomelidae) altfamilyası üzerinde faunistik ve sistematik bir araştırma. Turkish Journal of Zoology, 23(3), 751-767.

Atay, T., Çam H. (2006). Tokat ili Chrysomelinae ve Cryptocephalinae (Coleoptera: Chrysomelidae) türleri üzerinde faunistik araştırmalar. Turkish Journal of Entomology, 30(4), 285-302.

Ekiz, A. N., Şen, İ., Aslan, E. G. and Gök, A. (2013). Checklist of leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) of Turkey, excluding Bruchinae. Journal of Natural History, 47(33- 34), 2213-2287.

Kıppenberg, H. (2010). Chrysomelinae. Pp. 390-437. In Löbl, I. & Smetana A. (eds.). Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Vol. 6. Chrysomeloidea. Stenstrup: Apollo Books, 924 pp.

Özdikmen, H. (2011). A comprehensive contribution for leaf beetles of Turkey with a zoogeographical evaluation for all Turkish fauna (Coleoptera: Chrysomelidae). Munis Entomology ve Zoology, 6(2), 540-638.

Özdikmen, H. (2014). Chorotype identification for Turkish Chrysomeloidea (Coleoptera) Part VII – Chrysomelidae: Chrysomelinae and Timarchinae. Munis Entomology ve Zoology, 9(1), 266-286.

Özdikmen, H., Özbek, H., Kaya, G. and Topcu, N. N. (2012). A contribution for knowledge of Turkish leaf beetles (Chrysomeloidea: Chrysomelidae). Munis Entomology ve Zoology, 7(2), 1065-1072.

Warchalowski, A. (2010). The Palaearctic Chrysomelidae. Identification keys. Vol. 1 & 2. Warszawa, 2010. 1212 pp.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

Atherina boyeri (Risso, 1810)'NİN TÜRKİYE İÇ SULARINDAKİ DAĞILIMI ve BALIKÇILIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Kübra Aydemir[1] & Tuğçe Güleşir[1] &Nurcan Uzel[1]

Ali Gül[1]

[1]Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

Öz: Çeşitli yollarla kendi doğal yaşam alanlarından uzaklaşarak farklı alanlara yerleşen egzotik türler, geniş adaptasyon yeteneğine sahip olmaları nedeniyle yerleştikleri habitatlarda hızla çoğalabilmektedirler. Bu türler zamanla ortamdaki diğer türleri baskılayarak çevresel ve ekonomik zararlara sebep olmaları durumunda istilacı tür adını almaktadır. Özellikle sucul ekosistemlerde sayıları giderek artan istilacı balık türleri, yerel türler için tehdit oluşturmakta ve biyoçeşitliliğin azalmasına sebep olmaktadır. Aslında denizel bir tür olan *Atherina boyeri* de Türkiye iç sularında istilacı özellik gösteren balık türlerinden biridir. Bu çalışma bir derleme niteliğinde olup *A. boyeri*'nin Türkiye iç sularındaki dağılımını ve balıkçılık üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Alanyazın incelemesi yapılarak Türkiye'de *A. boyeri*'nin bulunduğu tatlı su sistemleri belirlenmiştir. *A. boyeri*'nin Marmara Bölgesi'nde 7 göl (Mert, Küçükçekmece, Büyükçekmece, Peso, Sapanca, İznik, Durusu Gölü), 1 baraj gölü (Ömerli Baraj Gölü) ve 1 rezervuarda (Bayramiç Rezervuarı); Ege Bölgesi'nde 4 göl (Köyceğiz, Bafa, Yuvarlakçay ve Marmara gölü), 1 lagün (Homa Lagünü) ve 1 akarsuda (Gediz Nehri); Akdeniz Bölgesi'nde 2 göl (Akyatan ve Tuzla Gölü), 3 baraj gölü (Beyşehir, Eğirdir ve Karacaören Baraj Gölü) ve 1 akarsuda (Seyhan Nehri); İç Anadolu Bölgesi'nde 1 göl (Mogan Gölü), 4 baraj gölü (Kapulukaya, Hirfanlı, Kesikköprü ve Süreyyabey Barajı) ve 1 akarsuda (Kızılırmak); Karadeniz Bölgesi'nde 1 lagün (Karaboğaz Lagünü), 1 göl (Bafra Balık Gölü), 1 akarsu (Yeşilırmak) ve Trabzon yöresi içsularında; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ise 1 baraj gölünde (Devegeçidi Barajı) bulunduğu tespit edilmiş ve *A. boyeri*'nin dağılımı Türkiye haritası üzerinde gösterilmiştir. Çalışma sonucunda *A. boyeri*'nin çok sayıda tatlısu ekosistemine girdiği ve diğer türlerin ticari balıkçılığını oldukça olumsuz etkilediği belirlenmiştir. *A. boyeri* ve diğer istilacı türlerle mücadele edebilmek için; bu türlerin tanınması, biyolojik özelliklerinin bilinmesi, av yasaklarına uyulması, balık aşılamalarında bilinçli davranılması ve yeni balıkçılık stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Atherina boyeri*, iç su, balıkçılık, istilacı tür

GİRİŞ

Belli bir ekosistemin doğal faunasında yer almayan, bilinçsiz, rastgele veya kasten bölgeye dışarıdan gelen egzotik türler, fizyolojik toleranslarının yüksek olması nedeniyle zamanla o bölgedeki yerli türlerin yok olmasına sebep olacak kadar hızlı üreyerek dominant konuma gelir ve istilacı tür olarak adlandırılır (Polat ve ark., 2011; Ekmekçi ve Kırankaya, 2006). Günümüzde pek çok sucul canlı çeşitli yollarla doğal yaşam alanının dışına taşınmaktadır. Bu yer değiştirme rekreasyon, akvaryumculuk, bilimsel araştırma, biyolojik mücadele gibi amaçlarla insan kaynaklı olabilir. Bunun yanı sıra değişen iklim koşullarına bağlı olarak suların büyük oranda çekilmesi, su kalitesinin düşmesi, habitatların parçalanması, yeni coğrafik koridorların kurulması gibi abiyotik faktörlerde meydana gelen değişimler nedeniyle de olabilmektedir. İstilacı türler doğal toplulukların yaşama alanlarını işgal ettikçe (biyoistila), bu yayılma ile başa çıkamayan yerel türler yok olmaya başlamışlardır (Özdemir ve Ceylan, 2007).

Yeni su habitatlarına yerleşen istilacı balık türleri adaptasyon sürecinden sonra o bölgede baskın tür haline gelerek biyoçeşitlilikte azalmaya neden olmakta ve ekonomik balıkçılığı olumsuz etkilemektedirler. Tek başına yaşayan türler üzerine istilacı türlerin bıraktıkları etki, domino taşlarında olduğu gibi diğer türleri de etkilemektedir (Sato ve ark., 2010).

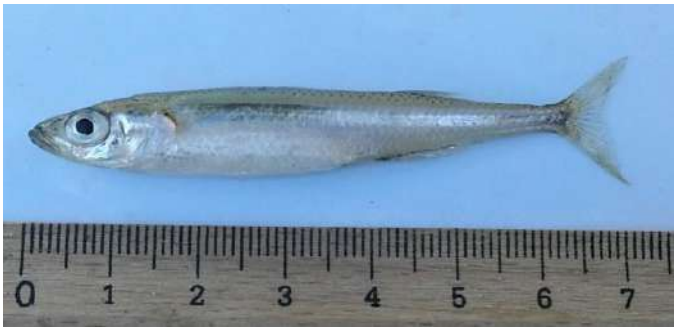
İstilacı türlerin görülmeye başlanması ve bununla birlikte yerel türlerin yok olması arasındaki biyolojik denge günümüzde özellikle tatlı su ekosistemlerinde; ekosistemin işlevi ve biyoçeşitlilik için ana tehditlerden bir tanesi olarak bilinmektedir (Mack ve ark., 2000; Holway ve Suarez, 2006; Marchetti ve ark., 2006). Dünya çapında; tatlı su ekosistemleri, acı su bölgeleri ve Akdeniz ikliminin etkili olduğu alanlar en çok istilaya açık olan bölgeler olarak değerlendirilmiştir (Polat ve ark., 2011).

Türkiye iç sularındaki balık taksonlarının tespit edilmesine ilişkin birçok çalışma mevcuttur. Kuru ve ark. (2014) Türkiye tatlı su ihtiyofaunasında; 27 familyaya ait 92 cins ve 371 tür bulunduğunu, Çiçek ve ark. (2015) ise toplam 368 balık türünün bulunduğunu ve bunlardan 28 türün yerli olmadığını bildirmişlerdir.

Ülkemiz sularında istilacı balık türlerinin oranı oldukça yüksek olmakla birlikte dünyadaki istilacı balık türlerinden bazıları; *Oreochromis mossambicus, Lates niloticus, Oncorhynchus mykiss, Clarias mykiss, Gambussia affinis, Atherina boyeri* olarak bildirilmektedir (Polat ve ark., 2011). Bu türlerden biri olan *A. boyeri* (gümüş balığı), uzun üreme periyodu, erken olgunlaşma, fizyolojik tolerans ve kısa yaşam süresi gibi özelliklerinden dolayı Türkiye iç sularında ciddi bir istilacı olma

potansiyeline sahiptir. Ülkemiz tatlı su sistemlerine nasıl girdiği net olarak bilinmemekle birlikte son yıllarda ülkemiz iç sularında yayılışını artırmıştır. *A. boyeri'*nin vücudu ince, uzun ve yanlardan hafif basık olmakla birlikte vücudun genel rengi parlak beyaz, dorsal kısmı zeytin yeşili ve lateral kısımlar gümüş rengidir (Şekil 1) (Geldiay ve Balık, 1999). *A. boyeri* bireyleri genellikle sürüler halinde dolaşmaktadır. Gümüş balığının oldukça geniş bir besin ağı üzerinden beslendiği ve balığın gelişim dönemlerine göre beslenme alışkanlığının değiştiği bilinmektedir. Larva evresinde planktonlarla beslenen *A. boyeri* daha ileri evrelerde yayın ve sudak gibi balıkların yumurtalarıyla beslenmekte ve bu durum ekosistemdeki balık populasyonlarına ciddi zararlar vermektedir (Kuru ve ark., 2001; Küçük ve ark., 2006).

Tuzluluğa karşı oldukça geniş toleransa sahip olan bu türün Türkiye'nin Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz kıyılarında dağılım gösterdiği, lagünlerde ve denizle bağlantısı olan göllerde de populasyonlar oluşturduğuna ilişkin kayıtlar bulunmaktadır. Kış aylarında bu türün denizle bağlantısı bulunan tatlı su sistemlerinden denize göç ettiği, denizle bağlantısı bulunmayan göllerde ise daha sıcak olan derin bölgelerde toplandığı görülmektedir (Işıklıkaya, 2017; Kuru ve ark., 2001). Gümüş balığı ortamda yaşayan endemik türler ve kültürel balıkçılık için ekonomik öneme sahip olan balık türleri ile rekabete girmesi halinde biyolojik çeşitlilik ve ekosistem üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır (Ekmekçi ve ark., 2013). *A. boyeri* bireyleri hem boyut olarak küçük olmaları hem de gıda değerinin düşük olması nedeniyle ekonomik açıdan önemli görülmemesine rağmen balık unu vb. gıdaların üretiminde kullanıldıkları için balıkçılıkta bol miktarda avcılığı yapılmaktadır (Geldiay ve Balık, 1999).



Şekil 1. *(Orijinal) Atherina boyeri*

Bu araştırmada istilacı bir balık türü olan *A. boyeri*'nin alanyazın incelemesine göre Türkiye'deki dağılımı ve balıkçılık üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. İç sularımızda yayılış alanını hızla

genişletmekte olan bu türün biyo-ekolojik izleme çalışmalarının yapılması, sahip olunan biyoçeşitliliğin korunması açısından faydalı olacaktır.

Atherina boyeri (Risso, 1810)'nin Türkiye İç Sularındaki Dağılımı

Atherinidae familyası türlerinden olan *Atherina boyeri*; Arnavutluk, Cezayir, Andorra, Azerbaycan, Belçika, Bosna Hersek, Bulgaristan, Hırvatistan, Kıbrıs, Mısır, Fransa, Gürcistan, Almanya, Cebelitarık, Yunanistan, İran, İslam Cumhuriyeti, İsrail, İtalya, Kazakistan, Lübnan, Libya, Monako, Karadağ, Fas, Hollanda ve Filistin ülkelerinde doğal olarak bulunmakta olup çeşitli yollarla Portekiz, Romanya, Rusya Federasyonu, Sırbistan, Slovenya, İspanya, Suriye Arap Cumhuriyeti, Tunus, Türkmenistan, Ukrayna, Birleşik Krallık ve Türkiye gibi ülkelere yayılmıştır (Freyhof, & Kottelat, 2008).

Atherinidae familyasına ait türler genel olarak denizel formlar olmasına rağmen bazı durumlarda tatlı sulara göç ederek kolayca adapte olabilmektedir. Türkiye denizlerinde yaşayan 8 türü bulunmasına karşın tatlı sularda yalnızca *A. boyeri* bireyleri yaşamaktadır (Geldiay ve Balık, 1999). *A. boyeri* bireylerine yakın zamanda yapılmış olan baraj göllerinde bile rastlanmakta ve bu türün yayılımı Anadolu iç sularında hızlı bir şekilde artmaktadır (Işıklıkaya, 2017). *A. boyeri*'nin, iç su sistemlerine nasıl girdiği henüz tam olarak belirlenememiştir. İstilacı özellikteki bu türün, insan etkisiyle yayılmasının yanı sıra doğal yollarla da yayılmış olabileceği belirtilmektedir (Küçük ve ark., 2006). Işıklıkaya (2017) İznik Gölü'ndeki *A. boyeri* populasyonlarının genetik incelemesini yaptığı çalışmasında; Sapanca ve İznik Gölleri'nde belirlediği filogenetik ağaçların, Yunanistan ve Bulgaristan ile benzer çıktığını tespit etmiştir. Bu bölgelerin ortak noktasının üzerlerinden geçen kuş göç yolunun olabileceği ve filamentli bir yapıya sahip *A. boyeri* yumurtalarının kuşların üzerine yapışarak tatlı su sistemlerine taşınmış olabileceği ifade edilmektedir.

Türkiye'deki su sistemlerinde *A. boyeri*'nin dağılımına ilişkin çeşitli araştırmalar mevcuttur. Türkiye iç sularında ilk olarak Battalgil (1941) tarafından Sapanca Gölü'nde varlığı tespit edilmiştir (Battalgil'den aktaran Ekmekçi ve ark., 2013). İznik Gölü'ndeki mevcudiyeti ise ilk olarak 1991 yılında Altun (1991) tarafından bildirilmiştir (Altun'dan aktaran Bulut ve ark., 2013). Çanakkale Karamenderes Deresi'ndeki Bayramiç Rezervuarı'nda ise ilk kayıt Partal ve ark. (2019) tarafından verilmiştir.

Alanyazın incelemesi sonucunda elde edilen verilere göre *A. boyeri*'nin tespit edildiği sucul sistemler belirlenmiş ve bölgelere göre dağılımı aşağıda verilmiştir.

Marmara Bölgesi: Mert Gölü, Küçükçekmece Gölü, Büyükçekmece, Peso Gölü, Sapanca Gölü, İznik Gölü (Kuru ve ark., 2001; Özeren, 2004;

Işıklıkaya, 2017), Durusu Gölü (Özuluğ, 2008), Bayramiç Rezervuarı (Partal ve ark., 2019) ve Ömerli Baraj Gölü (Özuluğ ve ark., 2005; Tarkan ve ark., 2007).

Ege Bölgesi: Homa Lagünü, Gediz, Köyceğiz Gölü ve Bafa Gölü (Kuru ve ark., 2001), Yuvarlakçay (Balık ve ark., 2005) ve Marmara Gölü (İlhan ve Sarı, 2013).

Akdeniz Bölgesi: Akyatan Gölü, Tuzla Gölü (Kuru ve ark., 2001), Beyşehir, Eğirdir ve Karacaören Baraj Gölü (Gülle ve Küçük, 2016) ve Seyhan Nehri (Çevik, Gündoğdu ve Alagöz Ergüden, 2018).

İç Anadolu Bölgesi: Kızılırmak, Kapulukaya ve Hirfanlı Baraj Gölü (Kuru ve ark., 2001), Kesikköprü Baraj Gölü (Altındağ ve Ahıska, 2006), Mogan Gölü (Gül ve ark., 2017) ve Süreyyabey Barajı (Benzer, 2018).

Karadeniz Bölgesi: Yeşilırmak (Kuru ve ark., 2001), Trabzon yöresi iç suları (Kutrup, 1993), Bafra Balık Gölü (Gülle ve Küçük, 2016) ve Karaboğaz Lagünü (Polat ve Uğurlu, 2007).

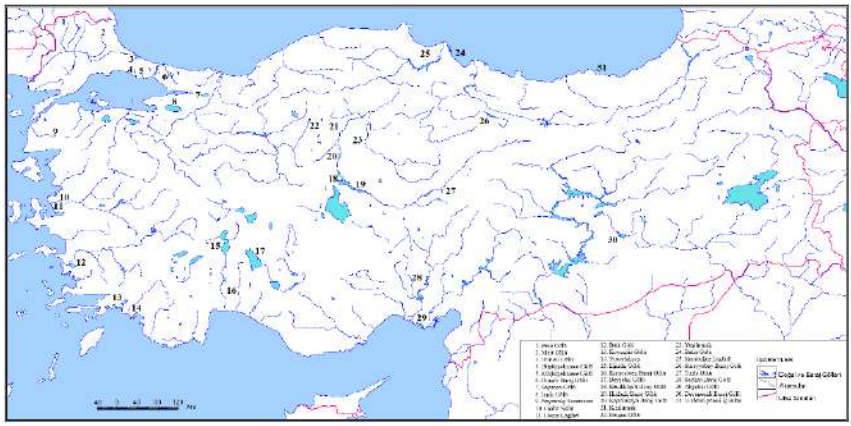
Güneydoğu Anadolu Bölgesi: Devegeçidi Baraj Gölü (Ünlü ve ark., 2017).

Kuru ve ark. (2001) *A. boyeri*'nin Mert Gölü, Küçükçekmece Gölü, Büyükçekmece, Peso Gölü, Sapanca Gölü, İznik Gölü, Homa Lagünü, Gediz, Köyceğiz Gölü, Bafa Gölü, Akyatan Gölü, Tuzla Gölü ve Yeşilırmak havzalarının ihtiyofaunasında doğal olarak bulunurken, Kızılırmak, Kapulukaya ve Hirfanlı Baraj Gölü'nde aşılanmış olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Küçük ve ark. (2009), *A. boyeri*'nin Eğirdir Gölü'ne aşılandığını ifade etmişlerdir.

Kutrup (1993), Trabzon yöresindeki tatlı su balık türlerini belirlediği çalışmasında, 9 familyaya ait 17 tür ve 3 alttür olmak üzere 20 takson saptamıştır. Bölgenin yerel balık türlerine ek olarak *Lampetra (Eudontomyzon) mariae*, *Gasterosteus aculeatus*, *Atherina boyeri*, *Cobitis taenia*, *Cyprinus carpio* ve *Chondrostoma colchium* türlerinin Trabzon yöresi tatlı su sistemleri için yeni kayıt olduğunu bildirmiştir.

Kuru ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada, Mert Gölü, Peso Gölü, Homa Lagünü, Köyceğiz Gölü ve Yeşilırmak havzalarında gümüş balığı populasyonlarının yoğun olarak bulunduğunu, Küçükçekmece Gölü, Büyükçekmece Gölü, Sapanca Gölü, İznik Gölü ve Tuzla Gölü havzalarında ise nadir olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Beyşehir, Eğirdir ve Karacaören Baraj Gölü'nde *A. boyeri* populasyonlarının yoğun olarak bulunduğu ve IUCN tehlike kriterlerine göre LC (düşük riskli) kategorisinde yer aldığı bildirilmektedir (Gülle ve Küçük, 2016; Freyhof & Kottelat, 2008).

Alanyazın incelemesinden elde edilen veriler derlenerek Türkiye iç sularında *A. boyeri* bireylerinin dağılımı haritada gösterilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. (Orijinal) *A. boyeri*'nin Türkiye'deki dağılımı

TARTIŞMA ve SONUÇ

Türkiye iç sularındaki egzotik türlerin büyük bir kısmı, balıklandırma amacıyla resmi kurumlar tarafından aşılama yoluyla getirilmiştir. Ayrıca besin olarak tüketilmek üzere yapılan kültür balıkçılığı sırasında üretim kafeslerinde meydana gelen kazalar istilacı türlerin yaşam alanlarını değiştirmelerine sebep olabilmektedir (Polat ve ark., 2011). *A. boyeri*'nin farklı lokalitelere yayılmasındaki en önemli etkenlerden biri de ucuz olması ve parakete yemi olmaya uygun olması nedeniyle balıkçılar tarafından canlı yem olarak kullanılmasıdır. İstilacı balık türlerinin bu şekilde yayılmasını engellemek amacıyla ülkemiz iç sularında canlı yem kullanımı yasaklanmıştır (Atalay ve Toslak, 2013).

Sucul ekosistemlerde ihtiyofauna üzerine yapılan çalışmalarda istilacı türlerin etkisi net bir şekilde görülmektedir. Clavero ve Garcia-Berthou (2005) bilinen hayvan yok oluşlarının (EX) %54'ünde istilacıların anahtar rol oynadığını, %20'sinde ise tek etken olduğunu belirtmektedirler. Hirfanlı Baraj Gölü'nde 1964-1970 yılları arasında gölün doğal faunasında 7 tane taksonun bulunduğu ancak daha sonraki dönemlerde doğal faunada yer almayan *A. boyeri*'nin katılmasının ardından yerel türlerden yalnızca 2 taksonun yaşamını sürdürdüğü tespit edilmiştir (Ekmekçi ve ark., 2013). Küçük ve ark. (2006) Eğirdir Gölü'ndeki balık miktarının 1985-1990 yılları arasında sürekli olarak azaldığını, 2000'li yıllara gelindiğinde ise aynı seviyelerde kaldığını bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra 2002-2004 yılları arasında göldeki balık üretiminin 271,731 kg'dan 18,600 kg düştüğü ve göl balıkçılığının en verimsiz olduğu 2003 yılının aynı zamanda *A. boyeri*'nin ortaya çıktığı yıl olduğu belirtilmektedir. Eğirdir Gölü'ndeki

balık üretiminin azalmasının gümüş balığının gölde yarattığı olumsuz etkilerden kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Bir sucul ekosistemin doğal faunasına tek bir egzotik türün dahil olması diğer balık taksonlarını olumsuz etkileyebileceği gibi aynı alana yakın zamanlarda birden fazla türün girişi istila başarısını yükseltmektedir (Polat ve ark., 2011). Küçük ve ark. (2009) Eğirdir Gölü'ndeki ihtiyofaunal değişimleri inceledikleri çalışmalarında, 1955 yılında *Sander lucioperca*'nın göle aşılanmasıyla gölün balık faunasında köklü bir değişimin başladığını ve sonrasındaki yaklaşık 50 yıllık süreçte *C. gibelio* ve *A. boyeri*'nin de aşılanmasıyla değişim sürecinin hızlanarak devam ettiğini bildirmişlerdir. Günümüzde ise Eğirdir Gölü'nde bulunan 15 balık taksonundan 5'inin yabancı olduğu, endemik bir türün (*Pseudophoxinus handlirschi*) neslinin tükendiği (EX), *Pseudophoxinus egridiri* ve *Capoeta pestai*'nin ise kritik düzeyde bulunduğunu belirtmişlerdir. Hirfanlı Baraj Gölü'ne *S. lucioperca, T. tinca, P. parva* ve *A. boyeri* türlerinin girişinin ardından gölün yerel türü olan *Alburnus sp.*'ye rastlanmadığı Ekmekçi ve ark., (2010) tarafından bildirilmiştir (Ekmekçi'den aktaran Ekmekçi ve ark., 2013). İlhan ve Sarı (2013) Marmara Gölü'nde yaptıkları çalışma sonucunda gölde bulunan ve istilacı olarak tanımlanan *C. gibelio, A. boyeri* ve *P. parva* türlerinin göldeki sürdürülebilir balıkçılığı ve biyolojik çeşitliliği büyük oranda tehdit ettiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada ülkemiz iç sularına nasıl girdiği yer ve zaman bakımından net olarak bilinmeyen *A. boyeri*'nin birçok su ekosisteminde baskın tür haline geldiği ve istilacı özellik gösterdiği görülmüştür. Bu tür araştırmaların devam etmesi yeni ticari balıkçılık stratejileri geliştirilmesi ve biyoçeşitliliğin korunması açısından önemli görülmektedir.

Yerel türlerin korunması ve balıkçılık faaliyetlerinin iyileştirilmesi için sucul ekosistemlerdeki istilacı balık türlerinin iç sularda kontrol altına alınması gerekmektedir. İstilacı türlerin baskı altına alınarak azaltılması için bu türlerin beslenme davranışları, fizyolojik toleransları, habitat seçimleri, üreme özellikleri, populasyon yoğunluğu, ekosistem ve doğal ihtiyofauna üzerindeki etkileri gibi biyo-ekolojik özelliklerinin iyi bilinmesi ve bu doğrultuda yeni bir balıkçılık yöntemi oluşturulması gerekmektedir. *A. boyeri* ve diğer istilacı türlerle mücadele edebilmek için insanların balık aşılamalarında bilinçli davranmaları ve avlanma kurallarına uymaları sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

Altındağ, A., & Ahıska, S. (2006). Kesikköprü Baraj Gölü (Ankara) Balıkçılık Sorunları. *I. Balıklandırma Rezervuar Yönetimi Sempozyumu*, 7-9 Şubat, Antalya.

Atalay, M., & Toslak, C. (2013). Balıklandırma, Yabancı ve İstilacı Balık Türleri ile İlgili Ulusal ve Uluslararası Mevzuat. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, *28*, 39-62.

Balık, S., Ustaoğlu, M. R., Sarı, H. M., İlhan, A. İ., & Topkara, E. T. (2005). Yuvarlakçay (Köyceğiz, Muğla)'ın Balık Faunası. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, *22*(1-2), 221-223.

Battalgil, F. (1941). Les Poissons des Eaux Dources de la Turquie. *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, Seri B, *6*, 170-186.

Benzer, S. (2018). First Record of the Sand Smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 in the Süreyyabey Dam Lake, Yeşilırmak Basin, Turkey. *Annals of Biological Sciences*, *6*(2), 38-42.

Bulut, C., Çetinkaya, O., Kubilay, A., Çimen, U., & Ceylan, M. (2013). Çinkonun (Zn^{+2}) Gümüş Balığı (*Atherina boyeri*, Risso, 1810) Üzerine Akut Toksisitesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *17*(3), 32-38.

Clavero, M., & García-Berthou, E. (2005). Invasive Species are a Leading Cause of Animal Extinctions. *Trends in Ecology and Evolution*, *20*(3), 110.

Çevik, C., Gündoğdu, S., & Alagöz Ergüden, S. (2018). New Record of the Big-Scale Sand Smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Atherinidae) in the Seyhan Dam Reservoir (Seyhan River basin, Turkey). *Natural and Engineering Sciences*, *3*(2), 133-140.

Çiçek, E., Birecikligil Sungur, S., & Fricke, R. (2015). Freshwater Fishes of Turkey: A Revised and Updated Annotated Checklist. *Biharean Biologist*, *9*(2), 141-157.

Ekmekçi, F. G., & Kırankaya, Ş. G. (2006). Distribution of an Invase Fish Species, *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, *30*, 1-6.

Ekmekçi, F. G., Kırankaya, Ş. G., Gençoğlu, L., & Yoğurtçuoğlu, B. (2013). Türkiye İçsularındaki İstilacı Balıkların Güncel Durumu ve İstilanın Etkilerinin Değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, *28*, 105-140.

Freyhof, J., & Kottelat, M. (2008). *Atherina boyeri*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T2352A9434124.

Geldiay, R., & Balık, S. (1999). *Türkiye Tatlısu Balıkları*. İzmir: Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.

Gül, A., Benzer, S., Saylar, Ö., Gül, G., & Yılmaz, M. (2017). Mogan Gölü Balık Faunası. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *19*(1), 91-103.

Gülle, İ., & Küçük, F. (2016). Isparta İli İçsu Balıkları Faunası ve Ekolojik Durumu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, *12*(2), 149-157.

Holway, D. A., & Suarez, A. V. (2006.) Homogenization of Ant Communities in Mediterranean California: The Effects of Urbanization and Invasion. *Biological Conservation*, *127*(3), 319-326.

Işıklıkaya, H. E. (2017). *İznik Gölü'nde Yaşayan Atherina boyeri (Gümüş Balığı) Populasyonunun Genetik İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

İlhan, A., & Sarı, H. M. (2013). Marmara Gölü Balık Faunası ve Balıkçılık Faaliyetleri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *30*(4), 187-191.

Kuru, M., Balık, S., Ustaoğlu, M. R., Ünlü, E., Taşkavak, E., Gül, A., Yılmaz, M., Sarı, H. M., Küçük, F., Kutrup, B., & Hamalosmanoğlu, M. (2001). Türkiye'de Bulunan Sulak Alanların Ramsar Sözleşmesi Balık Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi Projesi. Türkiye Cumhuriyeti Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müdürlüğü ve Gazi Üniversitesi Vakfı, Kesin Raporu, Ankara.

Kuru, M., Yerli, S. V., Mangıt, F., Ünlü, E., & Alp, A. (2014). Fish Biodiversity in Inland Waters of Turkey. *Journal of Academic Documents for Fisheries and Aquaculture*, *3*, 93-120.

Kutrup, B. (1993). *Trabzon Yöresindeki Tatlısu Balıklarının Taksonomisi ve Ekolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Küçük, F., Gülle, İ., Güçlü, S. S., Gümüş, E., & Demir, O. (2006). Eğirdir Gölü'ne Sonradan Giren Gümüş Balığı (*Atherina boyeri*, Risso, 1810)'nın Göl Ekosistemine ve Balıkçılığa Etkisi. *I. Ulusal Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu*, 7-9 Şubat, Antalya.

Küçük, F., Sarı, H. M., Demir, O., & Gülle, İ. (2009). Review of the Ichthyofaunal Changes in Lake Eğirdir between 1915 and 2007. *Turkish Journal of Zoology*, *33*, 277-286.

Mack, R. N., Simberloff, D., Londsdale, W. M., Evans, H., Clout, M., & Bazzaz, F. A. (2000). Biotic Invasions: Causes, Epidemiology, Global Consequences and Control. *Ecological Applications*, *10*, 689-710.

Marchetti, M. P., Lockwood, J. L., & Light, T. (2006). Effects of Urbanization on California's Fish Diversity: Differentiation,

Homogenization and the Influence on Spatial Scale. *Biological Conservation, 127*, 310-318.

Özdemir, G., & Ceylan, B. (2007). Biyolojik İstila ve Karadeniz'deki İstilacı Türler. *Sümae Yunus Araştırma Bülteni, 7*(3), 1-5.

Özeren, C. S. (2004). *İznik Gölü Balıklarının Taksonomisi ve C. carpio L., 1758 (Sazan), Rutilus frissi Nordmann, 1840 (Akbalık) ve Atherina boyeri Risso,1810 (Gümüş balığı)'nin Biyoekolojik Yönden İncelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Özuluğ, M. (2008). The Fish Fauna of the Durusu Lake Basin (İstanbul-Turkey). IUFS Journal of Biology, *67* (1), 73-79.

Özuluğ, M., Acıpınar, H., Gaygusuz, Ö., Gürsoy, Ç., & Tarkan, A. S. (2005). Effects of Human Factor on the Fish Fauna in a Drinking-Water Resource (Ömerli Dam Lake-İstanbul, Turkey). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 1*(1), 50-55.

Partal, N., Yalçın Özdilek, Ş., & Ekmekçi, F. G. (2019). The Introduction of a Marine Species *Atherina boyeri* into Bayramiç Reservoir, Çanakkale. *Natural and Engineering Sciences, 4*(2), 141-152.

Polat, N., & Uğurlu, S. (2007). Samsun İli Tatlı Su Balık Faunası. Samsun: Ladik Doğayı ve Çevreyi Koruma Derneği.

Polat, N., Zengin, M., & Gümüş, A. (2011). İstilacı balık türleri ve hayat stratejileri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 2*(1), 63-86.

Sato, M., Kawaguchi, Y., Nakajima, J., Mukai, T., Shimatani, Y., & Onikura, N. (2010). Review of the Research on Introduced Freshwater Fishes: New Perspectives, The Need for Research and Management Implications. *Landscape and Ecological Engineering, 6*, 99-108.

Tarkan, S., Bilge, G., Sezen, B., Tarkan, A., Gaygusuz, O., Gürsoy, C., Filiz, H., & Acıpınar, H. (2007). Variations in Growth and Life History Traits of Sand Smelt, *Atherina boyeri*, Populations from Different Water Bodies of Turkey: Influence of Environmental Factors. Rapp. Comm. int. Mer. Médit., *38*, 611.

Ünlü, E., Gaygusuz, Çiçek, T., Bilici, S., & Coad, B. W. (2017). New Record and Range Extension of The Big-Scale Sand Smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Atherinidae) in the Devegecidi Dam Lake, Tigris River basin, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology, 33*(1), 63-68.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

Pseudorasbora parva'NIN TÜRKİYE İÇ SULARINDAKİ DAĞILIMI

Güler Koç[1] & Zehra Şenoğlu[1] &Tuğçe Güleşir[1] Ali Gül[1]

[1]*Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye*

Öz: Bir ekosistemin doğal habitatında bulunmayan fakat istemli ya da istemsiz olarak bir bölgeye dışarıdan gelen türlere egzotik tür denilmektedir. Egzotik türlerin onda biri geniş tolerans aralığı ve hızlı üreme yetenekleri nedeniyle kısa zamanda istilacı konuma gelebilmektedir. İstilacı türler rekabet yetenekleri ile ortamın doğal türlerinin azalmasına hatta yok olmasına neden olmaktadır. Türkiye iç sularında *Pseudorasbora parva, Atherina boyeri* ve *Carassius gibelio* gibi birçok istilacı balık türü bulunmaktadır. *P. parva* halk arasında çakıl balığı olarak da bilinmektedir. Bu araştırma derleme niteliğinde olup, alanyazın incelemesi yapılarak *P. parva*'nın Türkiye iç sularındaki dağılımının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. *P. parva*'nın; Marmara Bölgesi'nde 4 rezervuar (Bayraktar, Davuldere, Kirazoğlu, Küçükelmalı), 2 baraj (Dodurga, Kızıldamlar), 1 çay (Gönen), 1 göl (Uluabat) ve 1 nehir (Sakarya) olmak üzere 9; Ege Bölgesi'nde 7 rezervuar (Ula, Altıntaş, Göğem, Doğluşah, Dumlupınar, Pazarlar, Sekiören), 1 dere (Dipsiz-Çine), 4 baraj (Çavdarhisar, Enne, Kayaboğazı, Söğüt), 3 çay (Sarı, Yortanlı, Bakır), 2 dere (Ağaçköy, Felek), ve 1 göl (Marmara) olmak üzere 18; Akdeniz Bölgesi'nde 1 çay (Aksu), 4 baraj (Karacaören, Karacaören (I-II), Onaç, Güloluk), 2 dere (Evri, Beşgöz), 2 göl (Gölcük, Kovada) ve 1 akarsu (Manavgat) olmak üzere 10; Karadeniz Bölgesi'nde 1 baraj (Topçam), 1 gölet (Bekdiğin), 2 çay (Filyos, Devrek) olmak üzere 4; İç Anadolu bölgesinde 9 baraj (Gelingüllü, Sarıyar, Çatören, Kaymaz, Kunduzlar, Yenice, Asartepe, Süreyyabey, Hirfanlı), 3 dere (Seydisu, Kirmir, Akın), 2 göl (Meyil, Mogan), 6 gölet (Gökçekaya, Bahçecik, Erenköy, Günyüzü (II), Koçaş (II), Mercan), 1 çay (Porsuk) ve 1 ırmak (Kızılırmak) olmak üzere 21 su kaynağında bulunduğu saptanmıştır. En çok İç Anadolu bölgesinde, en az ise Karadeniz Bölgesi'nde yayıldığı belirlenen bu türün, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgelerinde ise hiç bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu durum asıl kökeni Orta Asya olan türün, henüz Anadolu iç sularının doğusuna yayılmadığını ortaya çıkarmıştır. Bu araştırmada elde edilen verilere göre, *P. parva*'nın Türkiye iç sularındaki dağılımı Türkiye iç su haritasında özetlenmiştir. İstilacı tür dağılımlarının belirlenmesi; mevcut durum tespiti ve alınabilecek önlemler açısından alanyazına katkı sağlayacağı için oldukça önemli görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Pseudorasbora parva*, dağılım, istilacı tür, biyoçeşitlilik

GİRİŞ

Bir ekosistemin doğal habitatında bulunmayan fakat istemli ya da istemsiz olarak bir bölgeye dışarıdan gelen türlere egzotik tür denilmektedir. Egzotik türler biyolojik çeşitliliği tehdit etmesi nedeniyle ekonomik açıdan kayıplara neden olabilmektedir. Egzotik türlerin onda biri, geniş tolerans aralığı ve hızlı üreme yetenekleri nedeniyle kısa zamanda istilacı konuma gelebilmektedir (Polat, Zengin ve Gümüş, 2011). İstilacı türler, mikroorganizma, bitki, hayvan ve parazit gibi birçok canlı türünde olabilmektedir (Sato vd., 2010). Biyolojik toleransı çok yüksek olan istilacı türler, rekabet yetenekleri ile ortamın doğal türlerinin azalmasına hatta yok olmasına neden olarak biyoçeşitliliği olumsuz etkilemektedir (Özdemir ve Ceylan, 2007).

Yapılan araştırmalar Türkiye'de yaşayan yerel balık türlerinin yaklaşık %40'ının tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olduğunu göstermektedir (Freyhof ve Brooks, 2011). Bu durum üzerinde istilacı balık türlerinin önemli etkisi olabileceği ifade edilmektedir. İstilacı balık türleri, denizel ortamlardaki birçok canlı yumurtasının gemilere tutunarak yer değiştirmesi veya kültür balığı üretim tesislerinden kaçan balıkların doğal sulara karışması ile yaygınlaşmaktadır. İstilacı balık türlerinin ortamın yerel türlerine verdiği zararlar; rekabet, avlanma baskısı ve habitat tahribi olarak gruplandırılmaktadır. Buna ek olarak istilacı balık türlerinin taşıyabileceği hastalıklar ve parazitler doğal türlerin yaşamını tehdit etmektedir (Polat vd., 2011).

Kuru vd. (2001), Fırat ve Dicle havzalarında gelecekte kaydedilmesi mümkün olan egzotik türler listesinde *P. parva*'ya da yer vermişlerdir. Daha sonra yapılan çalışmalarda, *Lepomis gibbosus, Carrasius auratus auratus, Carrasius gibelio, Gambussia affinis, Pseudorasbora parva* ve *Oncorhynchus mykiss* türlerinin, Türkiye için egzotik olduğu bildirilmiştir (Özcan, 2007; Uğurlu ve Polat, 2007; İlhan ve Balık, 2008). Polat vd. (2011) yaptıkları çalışmada ise; *Pseudorasbora parva, Oncorhynchus mykiss, Atherina boyeri ve Carassius gibelio* türlerinin Türkiye için istilacı olduğunu belirtmişlerdir. Bu türlerden *Pseudorasbora parva* (Temmnick & Schlegel, 1846) Türkiye'de hızla yayılış göstermektedir (Geldiay ve Balık, 2009; Ekmekçi vd., 2013).

Pseudorasbora parva'nın Sistematiği

Pseudorasbora parva'nın sistematik olarak sınıflandırılması (Geldiay ve Balık, 2009):

Alem : Animalia (Hayvanlar)
Şube : Chordata (Kordalılar)
Altşube : Vertebrata (Omurgalılar)
Üstsınıf : Pisces

Sınıf : Actinopterygii (Işınsal Yüzgeçliler)
Takım : Cypriniformes
Familya : Cyprinidae (Sazangiller)
Altfamilya : Gobioninae
Cins : Pseudorasbora
Tür : *Pseudorasbora parva* (Temmnick & Schlegel, 1846) (Şekil 1)



Şekil 1. (Orijinal) *Pseudorasbora parva*

P. parva bireylerinin vücutları, uzun ve basık olup sikloid pullarla kaplıdır. Vücutlarının sağ ve sol pelvik boşluklarında bulunan koyu renk bant, bireylerin olgunlaşması ile belirginliğini kaybetmektedir. Eşeysel dimorfizm özelliği gösteren bu türün, erkek bireyleri dişilere oranla daha büyüktür. Bireyler, dorsal konumlu ağız yapısına sahip olmaları nedeniyle genellikle su yüzeyine yakın kısımlarda beslenmeyi tercih etmektedir (Arslan, 2015). Sazan ve diğer balık türlerinin larvalarını tükettiği bilinen *P. parva*, geniş besin çeşitliliğine sahip olması nedeniyle besin zincirinin üst trofik düzeylerinde yer almaktadır (Kuru vd., 2001; Karakuş, 2014).

Bu çalışma, Türkiye iç sularında giderek yaygınlaşan ve istilacı türlerden biri olan *P. parva*'nın dağılımına ilişkin verilerin derlenerek sunulması amacıyla gerçekleştirilmiştir.

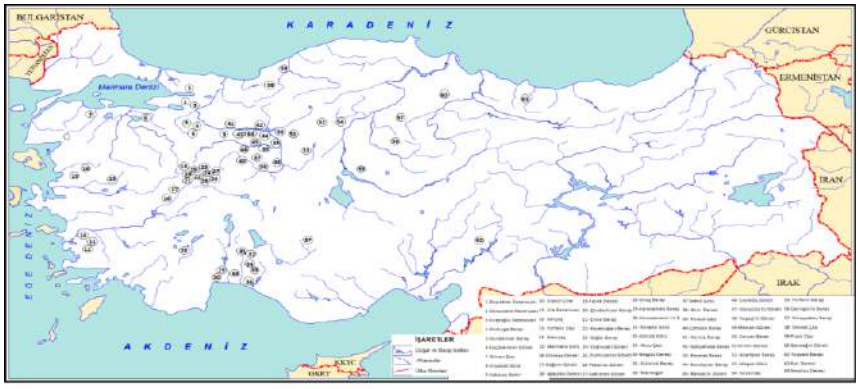
Pseudorasbora parva'nın Türkiye İç Sularındaki Dağılımı

P. parva köken olarak Orta Asya'dan gelmektedir. Türkiye iç suları için egzotik olan bu türün doğal yaşam alanı ise Çin (Amur Nehri, Yangtze Nehri ve Hoanghe Nehri), Japonya ve Tayvan'dır (Copp vd., 2010). *P. parva* bireyleri, geniş beslenme aralığı, kısa ömür (1-4 yıl) ve populasyonlarını hızla genişletmeleri için üreme şansını artıran adaptasyonlara sahip olmaları nedeniyle Türkiye için oldukça başarılı istilacı türler arasında yer almaktadır (Ekmekçi vd., 2004; Yalçın-Özdilek vd., 2013). Türkiye'de Batı Karadeniz'deki doğal balık türlerine ek olarak; *C. gibelio* ve *P. parva* türlerinin o bölge için yeni kayıt olduğu bildirilmiştir (İlhan ve Balık, 2008). Yılmaz vd. (2006), Muğla Bölgesi'nin oldukça

zengin bir tatlı su balık faunasına sahip olduğunu ancak bölgede *P. parva* gibi yeni bildirilen türlerin, bölgenin doğal türleri için risk oluşturabileceğini bildirmişlerdir. Yeğen vd. (2015), Afyonkarahisar, Bilecik, Burdur, Denizli, Eskişehir, Isparta, Konya, Kütahya ve Uşak illerindeki tatlısu kaynaklarından 2001-2013 yılları arasında toplanan balık örnekleri üzerinde yürüttükleri çalışmada *P. parva*'nın Türkiye iç sularında hızla yayıldığını belirtmişlerdir.

Kırankaya vd. (2014), Hirfanlı Baraj Gölü'nde *P. parva* popülasyonlarının pozitif allometrik büyüme gösterdiğini tespit etmişlerdir. *P. parva* bireylerinin, Hirfanlı Baraj Gölü'nde yoğun populasyonlar oluşturduğu, Sarıyar Baraj gölü'nde ise başlangıçta yoğun populasyonlar oluşturmasına rağmen daha sonra avlanma baskısı nedeniyle azaldığı ifade edilmektedir (Ekmekçi vd., 2004).

Alanyazın incelemesine göre *P. parva*'nın Türkiye iç sularındaki dağılımı harita üzerinde gösterilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. *Pseudorasbora parva*'nın Türkiye tatlı sularındaki dağılımı

P. parva'nın Türkiye coğrafik bölgelerine göre dağılımı aşağıda verilmiştir.

Marmara Bölgesi: Bayraktar Rezervuarı, Davuldere Rezervuarı ve Kirazoğlu Rezervuarı, Dodurga Barajı, Kızıldamlar Barajı ve Küçükelmalı Göleti (Yeğen vd., 2015), Gönen Çayı (İlhan vd., 2014), Uluabat Gölü (Çınar vd., 2013), Sakarya Nehri (Ekmekçi ve Kırankaya, 2006).

Ege Bölgesi: Ula Rezervuarı (Keskin vd., 2013), Dipsiz-Çine Deresi (Barlas ve Dirican, 2004), Çavdarhisar Barajı, Enne Barajı, Kayaboğazı Barajı, Söğüt Barajı, Altıntaş Göleti, Göğem Göleti, Doğluşah Göleti, Dumlupınar Göleti, Pazarlar Göleti ve Sekiören Göleti (Yeğen vd., 2015), Sarıçay (Yılmaz vd., 2006), Yortanlı Çayı ve Bakırçay (Ekmekçi ve

Kırankaya, 2006), Marmara Gölü (İlhan ve Sarı, 2013), Ağaçköy Deresi, Felek Deresi (İlhan ve Balık, 2008).

Akdeniz Bölgesi: Aksu Çayı (Wildekamp vd., 1997), Karacaören Barajı (Balık ve Ustaoğlu, 2006), Evri Deresi (Özuluğ vd., 2013), Onaç Barajı, Gölcük Gölü (Yeğen vd., 2015), Karacaören (I-II) Baraj Gölleri ve Güloluk Barajı (Küçük ve İkiz, 2004), Kovada Gölü (Ceylan vd., 2014), Manavgat Akarsuyu ve Beşgöz Deresi (İnnal, 2019).

İç Anadolu Bölgesi: Gelingüllü Baraj Gölü (Ekmekçi ve Özeren, 2003; Yalçın-Özdilek, vd., 2013), Kirmir Deresi, Seydisu Deresi, Sarıyar Baraj Gölü (Ekmekçi ve Kırankaya, 2006), Meyil Gölü (Özuluğ vd., 2013), Çatören Barajı, Gökçekaya Göleti, Kaymaz Barajı, Kunduzlar Barajı, Yenice Barajı, Bahçecik Göleti, Erenköy Göleti, Günyüzü Göleti (II), Koçaş Göleti (II), Mercan Göleti, Akın Deresi, Porsuk Çayı (Yeğen vd., 2015), Kızılırmak (Ekmekçi ve Kırankaya, 2006; Gaffaroğlu vd., 2009), Mogan Gölü (Arslan, 2015; Gül vd., 2017). Asartepe Barajı (Saylar vd., 2018), Süreyyabey Baraj Gölü (Benzer, 2018), Hirfanlı Baraj Gölü (Kırankaya vd., 2014).

Karadeniz Bölgesi: Bekdiğin Göleti (Uğurlu ve Polat, 2007), Filyos Çayı, Devrek Çayı (İnnal ve Erk'akan, 2006), Topçam/Büyük Menderes Baraj Gölü (Şaşı ve Balık, 2003).

Elde edilen sonuçlara göre *P. parva*'nın; Marmara Bölgesi'nde 4 rezervuar, 2 baraj, 1 çay, 1 göl ve 1 nehir olmak üzere 9; Ege Bölgesi'nde 7 rezervuar, 1 dere, 4 baraj, 3 çay, 2 dere ve 1 göl olmak üzere 18; Akdeniz Bölgesi'nde 1 çay, 4 baraj, 2 dere, 2 göl ve 1 akarsu olmak üzere 10; Karadeniz Bölgesi'nde 1 baraj, 1 gölet, 2 çay olmak üzere 4; İç Anadolu bölgesinde 9 baraj, 2 dere, 2 göl, 6 gölet, 1 çay ve 1 ırmak olmak üzere 21 su kaynağında bulunduğu saptanmıştır. En çok İç Anadolu bölgesinde, en az ise Karadeniz Bölgesi'nde yayıldığı belirlenen bu türün, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgelerinde ise hiç bulunmadığı tespit edilmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

P. parva populasyonlarının habitat seçiminde, su sıcaklığı ve derinliğinin pozitif etkisi bulunmaktadır (Onikura ve Nakajima, 2013). Beslenme rejimindeki çeşitlilik *P. parva* populasyonlarının kısa sürede baskın hale gelmesinde etkili olmaktadır (Yalçın-Özdilek, Kırankaya ve Ekmekçi, 2013). Ekolojik toleransı yüksek olan *P. parva* bireylerinin ani sıcaklık değişimlerine ve kirliliğe karşı dayanıklı olduğu belirtilmektedir (Pollux ve Korosı, 2006). Lotik sistemlerde yaşayan bir balık türü olmasına rağmen lentik sistemlerde de görülmesinin, ekolojik adaptasyon yeteneğinin gelişmiş olmasından kaynaklandığı ifade edilmektedir

(Arslan, 2015). *P. parva* populasyonunda, yumurta sayısı ve vücut uzunlukları gibi bazı özelliklerinin farklı ekolojik şartlara göre değişimler göstermesi bireylerin adaptasyon yeteneklerinin gelişmiş olduğunu göstermektedir (Zahorska ve Kovac, 2013).

P. parva yavrularının, Türkiye ihtiyofaunasındaki yerel türlerin yavruları ile yüksek benzerlik göstermesi, bir bölgeden diğerine istemsiz olarak taşınmasına neden olabilmektedir (Ekmekçi vd., 2013). Avrupa'dan Asya'ya balık çiftliklerinden alınan *Ctenopharyngodon idella* (ot sazanı), *Aristichthys nobilis* (büyük başlı sazan) ve *Hypophathalmichthys molitrix* (gümüş sazanı) türleri aracılığıyla karışarak taşındığı ifade edilmektedir (Witkowski, 2011). *P. parva* bireylerinin yayılım yollarından bir diğerinin ise nehirler olabileceği bildirilmiştir (Pollux ve Korosı, 2006). Batı Karadeniz iç sularında yeni tür olarak bildirilen *P. parva*'nın Ağaçköy deresi ve Felek deresinde bulunması, baraj ve göllere aşılanması ile bölge sularına karışmış olabileceğini göstermektedir (İlhan ve Balık, 2008).

Kısa zamanda geniş yayılım alanına ulaşan bu bireyler besin rekabeti ve taşıdığı parazitler nedeniyle ortamın doğal ihtiyofaunasına zarar vermektedir. *P. parva*'nın balık yumurtalarıyla beslenmesi ve yerel balık türleriyle rekabete girmesi; *Cyprinus carpio*'nun sayıca azalmasına ve balık yetiştiriciliğinde ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Özuluğ vd., 2013). Ekmekçi ve Kırankaya (2006), *P. parva*'nın Anadolu iç sularındaki doğal balık türleri için tehdit oluşturduğunu tespit etmişlerdir. *P. parva* bireylerinin Salmonidae ve Cyprinidae türleri üzerinde baskı oluşturduğu ve Anadolu ihtiyofaunasını tehdit ettiği bildirilmektedir (Yeğen vd., 2015). *P. parva* bireylerinin Avrupa iç sularında *Scardinius erythrophthalmus* (Kızılkanat), *Carassius carassius* (İsrail sazanı), *Rhodeus sericeus* (acı balık), *Gobio gobio* (dere kaya balığı) ve *Leucaspius delineatus* (sarı kefal) gibi balıkların doğal habitatında azalmasına hatta yok olmasına neden olduğu bilinmektedir (Witkowski, 2011). Benzer olarak Ekmekçi vd. (2010) Hirfanlı Baraj Gölü'nde; *Sander lucioperca*, *Atherina boyeri* ve *Pseudorasbora parva* bireylerinin suya girmesiyle, gölün doğal ihtiyofaunasında bulunan *Alburnus sp.*'nin yok olduğunu belirlemişlerdir. Bu nedenle egzotik balık türleri gibi istilacı türler Türkiye'ye "risk analizi" yapılarak alınmalıdır. Yetkili kurumlar tarafından yapılan risk analizi değerlendirmesine göre türün ülkeye girişine izin verilip verilmeyeceği belirlenmelidir (Ekmekçi vd., 2013).

Türkiye biyoçeşitlilik açısından oldukça zengin bir ülke olması nedeniyle birçok endemik canlı türüne ev sahipliği yapmaktadır. Fakat son yıllarda hızla yayılan istilacı türler, Türkiye'deki doğal türlerin azalmasına hatta yok olmasına neden olduğu için biyoçeşitlilik ve endemizm açısından risk oluşturmaktadır. Bu nedenle istilacı türlerin dağılımı ve yerel türler üzerindeki etkilerine ilişkin yapılan çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

İstilacı balık türlerinin dağılım haritalarının belirlenmesi, Türkiye iç sularına ana giriş kaynağının tespit edilmesi ve dağılımda izlediği yol göz önüne alınarak gelecekte görülebileceği lokasyonların belirlenebilmesi açısından önem taşımaktadır. *P. parva* gibi istilacı özelliğe sahip türlerin iç sulardaki dağılımlarına yönelik çalışmaların arttırılması ve bu türlerin olası yeni dağılım lokasyonlarına yönelik önlemlerin alınması gerekmektedir. Yayılıma engel olabilmek, yerel türleri koruyabilmek ve istilacı türlerin istemli olarak taşınmasının önlenebilmesi için toplumun istilacı türler konusunda bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca sucul sistemlere türlerin aşılanmasında çeşitli kurum ve kuruluşların belirli standartlar getirmeleri ve aşılama yapmadan önce temsili deneme havuzlarında ön deneme yaparak yerel türler üzerindeki olası etkilerinin belirlenmesi biyoçeşitliliğin korunması açısından yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

Arslan, P. (2015). *Mogan Gölü'nde Yaşayan Pseudorasbora parva (Temminck & Schlegel, 1846)'nın Büyüme Biyolojisi.* Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Balık, İ., & Ustaoğlu, M. R. (2006). Türkiye'nin Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Gerçekleştirilen Balıklandırma Çalışmaları ve Sonuçları. 1. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, 7-9 Şubat Antalya, 1-10.

Barlas, M., & Dirican, S. (2004). Dipsiz-Çine (Muğla-Aydın) Çayı'nın Balık Faunası. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 17*(3), 35-48.

Benzer, S. (2018). First Record of Topmouth Gudgeon *Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel, 1846) in the Süreyyabey Dam Lake, Yeşilırmak Basin, Turkey. *Annals of Biological Sciences, 6*(2), 26-29.

Ceylan, M., Yağcı, A., Akçimen, U., Bilgin, F., Gökçınar, N. C., & Çınar, Ş. (2014). Kovada Kanalında (Eğirdir-Isparta) Yaşayan Balıkların Sülük (Hirudinea) Parazitleri Yönünden İncelenmesi. *Yunus Araştırma Bülteni, 4*, 9-19.

Copp, G. H., Vilizzi, L., & Gozlan, R. E. (2010). Fish Movements: The Introduction Pathway for Topmouth Gudgeon *Pseudorasbora parva* and Other Non-Native Fishes in the UK. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 20*, 269-273.

Çınar, Ş., Küçükkara, R., Balık, İ., Çubuk, H., Ceylan, M., Erol, K. G., Yeğen, V., & Bulut, C. (2013). Uluabat (Apolyont) Gölü'ndeki Balık Faunasının Tespiti, Tür Kompozisyonu ve Ticari Avcılığın Türlere Göre Dağılımı. *Journal of Fisheries Sciences, 7*(4), 309-316.

Ekmekçi, F. G., & Kırankaya, Ş. G. (2004). Egzotik Bir Balık Türü Olan *Pseudorasbora parva* (Temmick ve Shlegel,1846)'nın Türkiye'de

İlerleyen Yayılışı ve İhtiyofauna Üzerindeki Olası Etkileri. XVII. Ulusal Biyoloji Kongresi (Ekoloji, Hidrobiyoloji, Çevre Biyolojisi, Biyoçeşitlilik Seksiyonu), 21-24 Haziran, Adana.

Ekmekçi, F. G., & Kırankaya, Ş. (2006). Distribution of an Invasive Fish Species, *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology, 30*, 329-334.

Ekmekçi, F. G., Kırankaya, Ş. G., Gencoğlu, L., & Yoğurtçuoğlu, B. (2013). Türkiye İçsularındaki İstilacı Balıkların Güncel Durumu ve İstilanın Etkilerinin Değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 28*, 105-140.

Ekmekçi, F. G., & Özeren, S. C. (2003). Reproductive Biology of *Capoeta tinca* in Gelingüllü Reservoir, Turkey. *Folia Zoolica, 52*(3), 323-328.

Ekmekçi, F. G., Yalçın-Özdilek, Ş., & Kırankaya, Ş. G. (2010). İstilacı Bir Balık Türü Olan *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846)'nın Hirfanlı Baraj Gölü'ndeki Populasyonunun Üreme, Beslenme ve Büyüme Özelliklerinin Belirlenmesi. TÜBİTAK, Project no: TOVAG 107-O-718, Ankara.

Freyhof, J., & Brooks, E. (2011). *European Red List of Freshwater Fishes*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Gaffaroğlu, M., Yılmaz, M., & Yılmaz, M. (2009). Cyprinidae Karyotype of *Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel 1846) (Pisces, Cyprinidae) in Kızılırmak River, Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 15*(3), 407-409.

Geldiay, R., & Balık, S. (2009). *Türkiye Tatlısu Balıkları*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

Gül, A., Benzer, S., Saylar, Ö., Gül, G., & Yılmaz, M. (2017). Mogan Gölü Balık Faunası. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19*(1), 91-103.

Innal, D. (2019). Diversity and Length-Weight Relationships of Blenniid Species (Actinopterygii, Blenniidae) from Mediterranean Brackish Waters in Turkey. *Aquatic Sciences and Engineering, 34*(3), 96-102.

Innal, D., & Erk'akan, F. (2006). Effects of Exotic and Translocated Fish Species in the Inland Waters of Turkey. *Reviews in Fish Biology and Fisheries, 16*, 39-50.

İlhan, A., & Balık, S. (2008). Batı Karadeniz Bölgesi İçsularının Balık Faunası. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 25*(1), 75-82.

İlhan, A., & Sarı, H. M. (2013). Marmara Gölü Balık Faunası ve Balıkçılık Faaliyetleri. *Su Ürünleri Dergisi, 30*(4), 187-191.

İlhan, A., Sarı, H. M., & Ustaoğlu, M. R. (2014). Gönen Çayı (Balıkesir) Balık Faunası. *Journal of FisheriesSciences.com, 8*(3), 194-198.

Karakuş, U. (2014). *Yabancı bir tatlısu tür Pseudorasbora parva (Temminck & Schlegel, 1846)'nın Sarıçay Muğla'daki diğer balık türleriyle olan beslenme etkileşimleri*. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

Keskin, E., Ağdamar, S., & Tarkan, A. S. (2013). DNA Barcoding Common Non-Native Freshwater Fish Species in Turkey: Low Genetic Diversity But High Population Structuring. *Mitochondrial DNA, 24*(3), 276-287.

Kırankaya, Ş. G., Ekmekçi, F., Yalçın-Özdilek, Ş., Yoğurtçuoğlu, B., & Gençoğlu, L. (2014). Condition, Length-Weight and Length Relationships for Five Fish Species From Hirfanlı Reservoir, Turkey. *Journal of FisheriesSciences.com, 8*(3), 208-213.

Kuru, M., Balık, S., Ustaoğlu, M. R., Ünlü, E., Taşkavak, E., Gül, A., Yılmaz, M., Sarı, H. M., Küçük, F., Kutrup, B., & Hamalosmanoğlu, M. (2001). Türkiye'de Bulunan Sulak Alanların Ramsar Sözleşmesi Balık Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi Projesi. *Türkiye Cumhuriyeti Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müdürlüğü ve Gazi Üniversitesi Vakfı, Kesin Raporu*, Ankara.

Küçük, F., & İkiz, R. (2004) Antalya Körfezi'ne Dökülen Akarsuların Balık Faunası. *Eskişehir Üniversitesi. Su Ürünleri Dergisi, 21*(3-4), 287-294.

Onikura, N., & Nakajima, J. (2013). Age, Growth and Habitat Use of the Topmouth Gudgeon, *Pseudorasbora parva* in Irrigation Ditches on Northwestern Kyushu Island, Japan. *Journal of Applied Ichthyology, 29*, 186-192.

Özcan, G. (2007). Distribution of the Non-Native Fish Species, Pumpkinseed *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758), in Turkey. *Aquatic Invasions, 2*(2), 146-148.

Özdemir, G., & Ceylan, B. (2007). Biyolojik İstila ve Karadeniz'deki İstilacı Türler. *SÜMAE YUNUS Araştırma Bülteni, 7*(3), Eylül 2007.

Özuluğ, M., Saç, G., & Gaygusuz, Ö. (2013). New Distribution Areas for Invasive *Gambusia holbrooki*, *Carassius gibelio* and *Pseudorasbora parva* (Teleostei) from Turkey. *İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi, 28*(1), 1-22.

Polat, N., Zengin, M., & Gümüş A. (2011). İstilacı Balık Türleri ve Hayat Stratejileri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 1*(4), 63-86.

Pollux, A., & Korosı, A. (2006). On the Occurrence of the Asiatic Cyprinid *Pseudorasbora parva* in the Netherlands. *Journal of Fish Biology, 69*, 1575-1580.

Sato, M., Kawaguchi, Y., Nakajima, J., Mukai, T., Shimatani, Y., & Onikura, N. (2010). Review of the Research on Introduced Freshwater

Fishes: New Perspectives, The Need for Research, and Management Implications. *Landscape and Ecological Engineering, 6*(1), 99-108.

Saylar, Ö., Gül, G., Yılmaz, M., & Gül, A. (2018). Asartepe Baraj Gölü (Ankara) Balık Faunası. *LimnoFish, 4*(2), 90-97.

Şaşı, H., & Balık, S. (2003). The Distribution of Three Exotic Fishes in Anatolia. *Turkish Journal of Zoology, 27*, 319-322.

Uğurlu, S., & Polat, N. (2007). Samsun İli Tatlı Su Kaynaklarında Yaşayan Egzotik Balık Türleri. *Journal of FisheriesSciences.com, 1*(3), 139-151.

Wildekamp, R. H., Van Neer, W., Küçük, F., & Ünlüsayın, M. (1997). First Record of the Eastern Asiatic Gobionid Fish *Pseudorasbora parva* from the Asiatic Part of Turkey, *Journal of Fish Biology, 51*(4), 858-861.

Witkowski, A. (2011). NOBANIS-Invasive Alien Species Fact Sheet *Pseudorasbora parva*, https://www.nobanis.org/globalassets/speciesinfo/p/pseudorasbora-parva/pseudorasbora_parva.pdf

Yalçın-Özdilek, Ş., Kırankaya, Ş. G., & Ekmekçi, F. G. (2013). Feeding Ecology of the Topmouth Gudgeon *Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel, 1846) in the Gelingüllü Reservoir, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 13*, 87-94.

Yeğen, V., Uysal, R., Yağcı, A., Cesur, M., Çetinkaya, S., Bilgin, F., Bostan, H., & Apaydın-Yağcı, M. (2015). New Records for Distribution of İnvasive Topmouth Gudgeon *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846) in Anatolia. *Limnofish-Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research, 1*(1), 57-61.

Yılmaz, F., Barlas, M., Yorulmaz, B., & Özdemir, N. (2006). A Taxonomical Study on the Inland Water Fishes of Muğla. Ege Üniversitesi. *Su Ürünleri Dergisi, 23*(1-2), 27-30.

Zahorska, E., & Kovac V. (2013). Environmentally Induced Shift in Reproductive Traits of a Long-Term Established Population of Topmouth Gudgeon (*Pseudorasbora parva*). *Journal of Applied Ichthyology, 29*, 218-220.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ÖĞRETMEN ADAYLARININ BALIK TÜKETİM ALIŞKANLIKLARI VE BALIK TÜKETİMİNDE DİKKAT ETTİKLERİ UNSURLARIN BELİRLENMESİ

Zehra Şenoğlu[1] & Güler Koç[1] & Tuğçe Güleşir[1] & Ali Gül[1]

[1]Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Öz: Bu araştırmada, öğretmen adaylarının balık tüketim alışkanlıklarının ve balık tüketiminde dikkat ettikleri unsurların belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma 2018-2019 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Ankara'daki devlet üniversitelerinin Eğitim Fakültelerinde öğrenim gören 200 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Veriler, araştırmacılar tarafından geliştirilen "Balık Tüketimi ve Tüketimini Etkileyen Unsurlar Anketi" aracılığıyla toplanmıştır. Elde edilen veriler frekans ve yüzde gibi betimsel istatistikler ile analiz edilmiştir. Çalışma grubundaki kadınların %84,6'sının, erkeklerin ise %80,4'ünün balık tükettiği tespit edilmiştir. Kadınların %24,6'sı, erkeklerin %25,5'i balık tüketim nedeni olarak sağlıklı olmasını ifade etmiştir. Balık tüketmeyen bireyler genel olarak damak zevkine uymaması ve kokusunun rahatsız etmesi nedeniyle balık tüketmediklerini belirtmişlerdir. Anket sonuçlarına göre; kadınların %73,5, erkeklerin ise %67,9'unun balık tüketiminde deniz balıklarını tercih ettikleri görülmüştür. Severek tüketilen balıkların başında kadınlar için hamsi (%19,8), alabalık (%12,1) ve palamut (%10,6) yer alırken; erkekler için hamsi (%18,4), palamut (%8,9), ton balığı (%8,9) ve somonun (%8,9) yer aldığı belirlenmiştir. Daimi yaşam yerine göre; denize yakın yaşayanların %93'ünün, denize uzak yaşayanların ise %81,2'sinin balık tükettiği tespit edilmiştir. Denize yakın yaşayanlar %89,5 oranında deniz balıklarını tercih ederken, denize uzak yaşayanlarda ise bu oran %65,5'e düşmektedir. Denize yakın yaşayanların severek tükettikleri balıkların başında sırasıyla, hamsi (%19), istavrit (%10,6) ve palamut (%10,2); denize uzak yaşayanların ise hamsi (%18,2), alabalık (%12,3) ve palamutun (%10,4) yer aldığı belirlenmiştir. Tüm öğretmen adaylarının balık temini için çoğunlukla balık halini tercih ettiği ve genellikle balığı kızartarak tükettikleri belirlenmiştir. Bu araştırma sonuçlarına göre denize yakın yaşam alanındaki bireylerin balık tüketim alışkanlıklarının daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; balık tüketiminin beslenme rejimindeki öneminin öğretmenler tarafından daha geniş kitlelere aktarılması ve bu yöndeki davranışların geliştirilmesinin gerekli olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Öğretmen adayı, balık tüketimi, beslenme

GİRİŞ

İnsan vücudunun sağlıklı gelişebilmesi ve hastalıklara karşı direnç kazanabilmesi için yeterli beslenmenin sağlanabilmesi gerekmektedir. Bu nedenle beslenmeye ilişkin yapılan araştırmalar son zamanlarda gündeme gelmektedir (Mol, 2008). Türkiye bulunduğu konum nedeniyle zengin su kaynaklarına sahiptir. Bu durum tüketilebilir su ürünlerinin miktarını arttırmakta ve buna bağlı olarak balık eti ile beslenme oranı da artmaktadır. Yeterli beslenmede sıklıkla tercih edilen balık türleri, protein bakımında yüksek besin değerlerine sahiptir. Turan vd. (2013) haftada en az 2 kez balık tüketiminin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Balık etinin %90'ı insan vücudu tarafından kullanılabilmektedir. Vücut direncinin artmasını sağlayan balık eti, içeriğinde bulunan yüksek oranda kalsiyum, fosfor ve iyot nedeniyle mineral dengesinin korunmasına yardımcı olmaktadır (Kızılaslan ve Nalinci, 2013).

Türkiye'de 2018 yılında; deniz ürünleri üretimi 283 955, tatlı su ürünleri üretimi 30 139, yetiştiricilik üretimi 314 537 olarak belirlenmiştir (TUİK, 2018). Fransa'da kişi başı yıllık ortalama balık tüketimi 22,52 kg, Yunanistan'da 13,91 kg, İran'da 8 kg ve İsrail'de 19,51 kg iken Türkiye'de 6,77 kg olup Türkiye dünya sıralamasının altında yer almaktadır (Anonim, 2014). Türkiye'de su ürünleri tüketim miktarı bölgeler arası değişim göstermektedir. Yılda kişi başına düşen balık tüketimi Karadeniz ve diğer kıyı bölgelerinde oldukça yüksek düzeyde, Doğu, Güneydoğu ve İç Anadolu bölgelerinde ise çok düşük düzeydedir (Dağtekin ve Ak, 2007).

Yapılan alanyazın incelemesinde su ürünleri tüketimine ilişkin birçok çalışma yapıldığı görülmüştür. Yüksel vd. (2011) Tunceli, Ercan ve Şahin (2016) Kahramanmaraş, Kızılaslan ve Nalinci (2013) Amasya, Saygı vd. (2006) İzmir, Erdal ve Esengün (2008) Tokat, Orhan ve Yüksel (2010) Burdur, Aydın ve Karadurmuş (2013) Trabzon ve Giresun illerinde, Çadır ve Duman (2013) Keban Baraj Gölü'ne kıyısı bulunan bazı köylerde, Yavuzcan vd. (2010) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde balık tüketim alışkanlıklarını incelemişlerdir. Türkiye'nin farklı illerinde balık tüketimi üzerine yapılan bu çalışmalarda balık tercihleri ve tüketim oranlarında farklılıklar olduğu görülmektedir.

Bu araştırma öğretmen adaylarının balık tüketim alışkanlıklarının ve balık tüketiminde dikkat ettikleri unsurların belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma 2018-2019 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde, Ankara'daki devlet üniversitelerinin Eğitim Fakültelerinde öğrenim gören

200 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada, nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır (Karasar, 2006).

Araştırmanın çalışma grubuna ait demografik bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. *Çalışma grubuna ait demografik bilgiler*

Demografik bilgi		N	%
Cinsiyet	Kadın	149	74,5
	Erkek	51	25,5
Daimi yaşanılan yer	Denize yakın	70	35
	Denize uzak	130	65

Bu çalışmada, veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından hazırlanan "Balık Tüketimi ve Tüketimi Etkileyen Unsurlar Anketi" kullanılmıştır. Alanyazın incelemesi yapılarak hazırlanan ve uzman görüşü alınarak son şekli verilen anket 6 sorudan oluşmaktadır. Anket, Eğitim Fakültelerinin farklı bölümlerinde öğrenim gören öğretmen adaylarına gönüllülük esasıyla uygulanmıştır.

Bu araştırmada elde edilen veriler IBM-SPSS 16 paket programı aracılığıyla frekans ve yüzde gibi betimsel istatistikler kullanılarak analiz edilmiştir.

BULGULAR

Araştırmada elde edilen veriler cinsiyet ve daimi yaşanılan yer değişkenlerine göre analiz edilmiş olup, frekans ve yüzde değerleri Tablo 2 ve 3'de verilmiştir.

Tablo 2. Cinsiyete Göre Balık Tüketim Alışkanlıkları

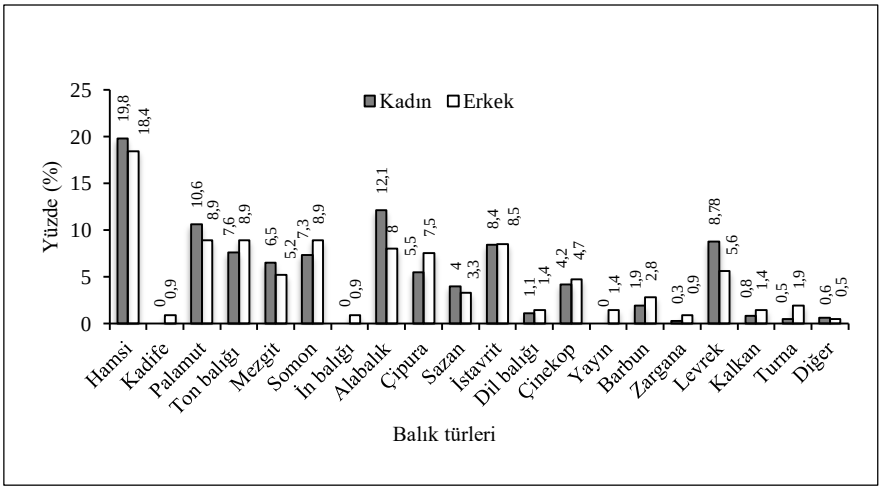
Özellikler	Cinsiyet			
	Kadın		Erkek	
	N	%	N	%
Balık tüketimi				
Tüketiyorum	126	84,6	41	80,4
Tüketmiyorum	23	15,4	10	19,6
Toplam	149	100	51	100
*Balık tüketenlerin tüketim nedenleri**				
Sağlıklı olması	110	24,6	35	25,5
Damak zevkine uyması	90	20,1	25	18,2
Bütçeye uygun olması	50	11,2	13	9,5
Omega 3 yağ asidi bulundurması	62	13,9	20	14,6
Kırmızı ete alternatif olması	28	6,3	10	7,3
Diyet/spor	10	2,2	7	5,1
Hafıza/zeka gelişimi	97	21,7	27	19,8
Toplam	447	100	137	100
*Balık tüketmeyenlerin tüketmeme nedenleri**				

Damak zevkine uymaması	14	35,9	4	30,8
Alerji	2	5,1	2	15,3
İlaç kullanımı	0	0	1	7,7
Kokusunun rahatsız etmesi	14	35,9	4	30,8
Temizlenmesinin zor olması	4	10,2	0	0
Yetersiz bütçe	2	5,1	1	7,7
Beslenme kültüründe yer almaması	3	7,8	1	7,7
Toplam	39	100	13	100
Balık tüketiminde tercih edilen su kaynağı				
Tatlısu balıkları	39	26,5	17	32,1
Deniz balıkları	108	73,5	36	67,9
Toplam	147	100	53	100
*Balığı temin etme**				
Balık halinden	58	33,7	21	28
Süper marketten	30	17,4	17	22,7
Cadde balıkçısından	42	24,4	15	20
Pazardan	36	20,9	9	12
Kendisi tutuyor	4	2,4	8	10,6
Konserve	2	1,2	5	6,7
Toplam	172	100	75	100
*Tercih edilen pişirme tekniği**				
Fırında	58	31,4	16	24,6
Mangalda	19	10,3	14	21,5
Kızartarak	81	43,8	25	38,5
Buğulama	27	14,5	10	15,4
Toplam	185	100	65	100

**Birden fazla seçenek işaretlenebilen sorular*

Tablo 2'deki verilere göre, kadınların %84,6'sının, erkeklerin ise %80,4'ünün balık tükettiği görülmektedir. Balık tüketen kadınların %24,6'sı tüketim nedeni olarak sağlıklı olmasını ifade ederken, balık tüketmeyen kadınlar ise damak zevkine uymaması ve kokusunun rahatsız etmesi nedeniyle tüketmediklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının hiçbiri balık tüketmeme nedeni olarak ilaç kullanımını belirtmemiştir. Balık tüketen erkeklerin %25,5'i tüketim nedeni olarak sağlıklı olmasını ifade etmişlerdir. Balık tüketmeyen erkekler ise, çoğunlukla damak zevkine uymaması ve kokusunun rahatsız etmesi nedeniyle tüketmediğini ifade ederken, öğretmen adaylarının hiçbiri balık tüketmeme nedeni olarak temizlenmesinin zor olmasını belirtmemiştir. Hem kadınların hem de erkeklerin çoğunlukla balık tüketiminde deniz balıklarını tercih ettikleri görülmektedir. Kadınların %33,7'si, erkeklerin ise %28'i balıkları çoğunlukla balık halinden aldığını belirtmiştir. Kadınların %43,8'i balığı kızartarak tüketmeyi tercih ederken, %10,3'ü ise mangalda tercih etmektedir. Erkeklerin ise %38,5'i balığı kızartarak tüketmeyi tercih ederken, %15,4'ü buğulama olarak tercih etmektedir.

Çalışmaya katılan bireylerin cinsiyete bağlı olarak balık tüketimindeki tercihlerinin dağılımı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. *"Severek tükettiğiniz balıklar nelerdir?"* sorusuna verilen yanıtların cinsiyete göre dağılımı

Kadınların severek tükettikleri balıkların başında sırasıyla, hamsi, alabalık ve palamut yer alırken; kadife, in balığı ve yayını ise tercih etmedikleri görülmüştür. Erkeklerin severek tükettikleri balıkların başında sırasıyla, hamsi, palamut, ton balığı ve somon yer alırken; kadife, in balığı ve zarganayı ise daha az tercih ettikleri görülmüştür.

Tablo 3. *Daimi Yaşam Yerine Göre Balık Tüketim Alışkanlıkları*

Özellikler	Daimi yaşam yeri			
	Denize yakın		Denize uzak	
	N	%	N	%
Balık tüketimi				
Tüketiyorum	53	93	95	81,2
Tüketmiyorum	4	7	22	18,8
Toplam	57	100	117	100
*Balık tüketenlerin tüketim nedenleri**				
Sağlıklı olması	52	28,6	80	23,6
Damak zevkine uyması	34	18,7	69	20,4
Bütçeye uygun olması	22	12,1	31	9,2
Omega 3 yağ asidi bulundurması	22	12,1	51	15,1
Kırmızı ete alternatif olması	13	7,1	21	6,2
Diyet/spor	2	1,1	14	4,1
Hafıza/zeka gelişimi	37	20,3	72	21,4
Toplam	182	100	338	100
*Balık tüketmeyenlerin tüketmeme nedenleri**				

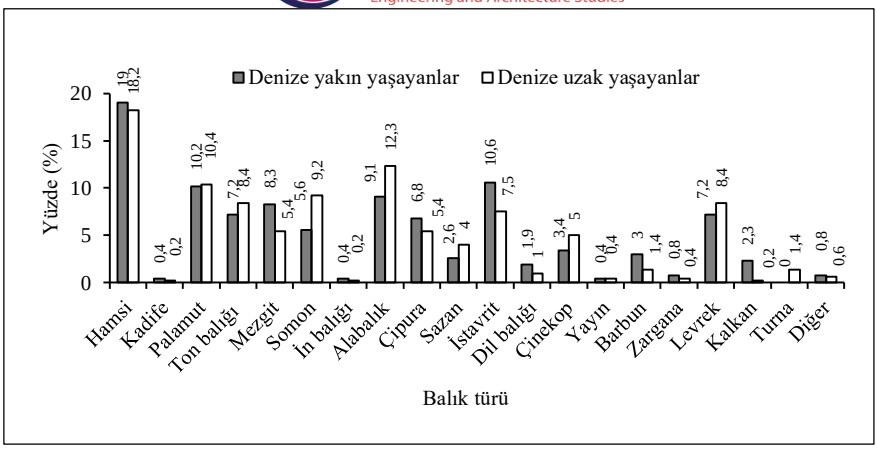
Damak zevkine uymaması	4	40	8	29,7
Alerji	0	0	3	11,1
İlaç kullanımı	0	0	1	3,7
Kokusunun rahatsız etmesi	4	40	9	33,3
Temizlenmesinin zor olması	1	10	1	3,7
Yetersiz bütçe	1	10	1	3,7
Beslenme kültüründe yer almaması	0	0	4	14,8
Toplam	10	100	27	100
Balık tüketiminde tercih edilen su kaynağı				
Tatlısu balıkları	6	10,5	41	34,5
Deniz balıkları	51	89,5	78	65,5
Toplam	57	100	119	100
*Balığı temin etme**				
Balık halinden	27	36,1	43	29,7
Süper marketten	13	17,3	29	20
Cadde balıkçısından	14	18,7	37	25,5
Pazardan	14	18,7	24	16,6
Kendisi tutuyor	5	6,6	7	4,8
Konserve	2	2,6	5	3,4
Toplam	75	100	145	100
*Tercih edilen pişirme tekniği**				
Fırında	20	26,3	46	31,1
Mangalda	13	17,1	16	10,8
Kızartarak	30	39,5	66	44,6
Buğulama	13	17,1	20	13,5
Toplam	76	100	148	100

**Birden fazla seçenek işaretlenebilen sorular*

Denize yakın yaşayanların balık tüketim oranının denize uzak yaşayanlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmaya katılanlar balık tüketim nedeni olarak sağlıklı olmasını ifade ederken, tüketmeyenler çoğunlukla damak zevkine uymadığı ve kokusundan rahatsız oldukları görüşünü belirtmişlerdir.

Denize yakın yaşayanlar %89,5 oranında deniz balıklarını tercih ederken, bu oran denize uzak yaşayanlarda %65,5'e düşmektedir. Hem denize yakın hem de uzak yaşayanlar balıkları çoğunlukla balık halinden temin ettiklerini ifade etmişlerdir. Pişirme tercihlerinde kızartma yöntemi diğerlerine göre yüksek bulunmuştur.

Çalışmaya katılan bireylerin daimi yaşam yerlerine göre balık tüketimindeki tercihlerinin dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. *"Severek tükettiğiniz balıklar nelerdir?"* sorusuna verilen yanıtların daimi yaşanılan yere göre değerlendirilmesi

Denize yakın ve uzak yaşayanların severek tükettikleri balıkların başında deniz balıkları yer almaktadır. Tatlısu balıklarının da tercih edildiği ancak oranlarının çok düşük kaldığı belirlenmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmadan elde edilen verilere göre, kadın öğretmen adaylarının (%84,6), erkek öğretmen adaylarına (%80,4) göre daha çok balık tükettiği anlaşılmıştır. Balık tüketiminde genel olarak sağlıklı besin kaynağı olması nedeniyle besin olarak tercih edildiği belirtilirken, çoğunlukla damak zevkine uymaması ve kokusunun rahatsız etmesi nedeniyle de tüketilmediği ifade edilmiştir.

Çadır ve Duman (2013) Keban Baraj Gölü'ne kıyısı bulunan bazı köylerde kadın ve erkeklerin lezzetli olması nedeniyle balık tükettiğini belirlemişlerdir. Yüksel vd. (2011) Tunceli halkının sağlıklı ve dengeli beslenmek için balık tükettiğini tespit etmişlerdir. Ercan ve Şahin (2016), Kahramanmaraş'ta balık tüketim oranının %84,6 olduğunu ve sağlıklı olması nedeniyle tükettiklerini saptamışlardır. Kızılaslan ve Nalinci (2013) Amasya'da yaşayan insanların %86,84'ünün balık tükettiğini, balık tüketmeyenlerin ise genellikle balık eti sevmemesi ve pahalı olması gibi nedenlerle tüketmediğini belirlemişlerdir. Orhan ve Yüksel (2010), Burdur ili su ürünleri tür ve tüketim tercihlerine ilişkin çalışmalarında, katılımcıların %88,3'ünün balık tükettiğini saptamışlardır. Bu çalışmaların sonuçları ile öğretmen adayları görüşlerinden elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir.

Öğretmen adaylarının balık tüketiminde çoğunlukla deniz balıklarını tercih ettikleri anlaşılmıştır. Yavuzcan vd. (2010), Ankara Üniversitesi

Ziraat Fakültesi öğrencilerinin %76 oranında deniz balıklarını, %22 oranında ise tatlı su balıklarını tükettiklerini tespit etmişlerdir. Saygı vd. (2006) İzmir ilinde yaptıkları araştırmada, katılımcıların %62 oranında deniz balıklarını tüketmeyi tercih ettiklerini belirlemişlerdir. Çadır ve Duman (2013) Keban Baraj Gölü'ne kıyısı bulunan bazı köylerde tatlı su balıklarının tercih edildiğini saptamışlardır. Benzer olarak Olgunoğlu vd. (2014) Adıyaman'da tatlı su balıklarının tercih edildiğini belirlemişlerdir. Daimi yaşam alanına göre denizden uzaklaşıldıkça tatlısu balıkları tüketiminde artış olduğu anlaşılmaktadır.

Çadır ve Duman (2013) tatlı su balıklarından en çok aynalı sazanın, deniz balıklarından ise en çok hamsinin tercih edildiğini saptamışlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre denize yakın yaşayanların severek tükettikleri balıkların başında sırasıyla hamsi, istavrit ve palamut yer alırken, denize uzak yaşayanların severek tükettikleri balıkların başında sırasıyla, hamsi, alabalık ve palamut yer almaktadır. Yüksel vd. (2011) tatlısu balıkları arasında en fazla severek tüketimin alabalıklar da olduğunu bildirmektedirler. Ekonomik ve kolay ulaşılır olması gibi nedenlere bağlı olarak hem denize yakın hem de uzak yerleşim alanlarında hamsi tüketiminin tercih edildiği belirlenmiştir. Erdal ve Esengün (2008) Tokat'taki ailelerin %65 oranında yalnızca hamsiyi tercih ettiğini, %19 oranında ise hamsi ve diğer balıkları tercih ettiklerini saptamışlardır. Balık tercihinde ekonomiden bağımsız yanıt almak için tüm balıkların aynı fiyat olduğu durumda tercih edilen balığı sorduklarında ise yine hamsi cevabı çoğunlukta gelmiştir. Bu sonuçlar hamsinin hem ekonomik olması hem de sevilmesi nedeniyle tercih edildiğini ortaya çıkarmıştır.

Tüm öğretmen adaylarının balık temini için çoğunlukla balık halini tercih ettikleri saptanmıştır. Aydın ve Karadurmuş (2013) Trabzon ve Giresun Bölgeleri'nde balık temini için çoğunlukla balıkçı tezgahlarının tercih edildiğini belirtmektedirler. Balıkların pişirilmesinde Çadır ve Duman (2013) çoğunlukla kızartmanın, Yüksel vd. (2011) Tunceli de fırında, Ercan ve Şahin (2016) Kahramanmaraş'ta fırında pişirmenin tercih edildiğini saptamışlardır. Erdal ve Esengün (2008) Tokat'taki ailelerin balık pişirmek için en fazla ızgara kullandığını saptamışlardır. Yavuzcan vd. (2010) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğrencilerinin genellikle kızartarak tüketmeyi (%93) tercih ettiklerini belirlemişlerdir. Öğretmen adaylarının da pişirmede çoğunlukla kızartmayı tercih ettikleri belirlenmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre genel olarak erkeklerin kadınlara oranla daha az balık tükettikleri ortaya çıkmıştır. Bu durumun ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir. Bunun için özellikle öğretmenlerin sağlıklı beslenme ve diyet içerisinde balık tüketiminin önemine ilişkin bilgilendirilmeleri uygun olacaktır. Beslenme alışkanlıkları kazandırılması

açısından üniversitelerde bilgilendirme konferansları, seçmeli dersler vb. uygulamalar yapılmalıdır. Özellikle toplumun geniş kitlelerinin eğitiminde görev alacak öğretmen ve öğretmen adaylarının bu konularda bilgilendirilmesi önemli görülmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim. (2014). FAO. http://faostat3.fao.org/download/FB/CL/E.

Aydın, M., Karadurmuş, U. (2013). Trabzon ve Giresun Bölgeleri Su Ürünleri Tüketim Alışkanlıkları. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 3*(9), 57-71.

Çadır, F., Duman, M. (2013). Keban Baraj Gölü Ova Bölgesi Halkının Balık Tüketim Alışkanlıklarının Araştırılması. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 25*(1), 61-70.

Dağtekin, M., Ak, O. (2007). Doğu Karadeniz Bölgesinde Su Ürünleri Tüketimi, İhracat ve İthalat Potansiyeli. *SUMAE Yunus Araştırma Bülteni, 7*(3),14-17.

Ercan, O., Şahin, A. (2016). Kahramanmaraş Kent Merkezinde Balık Eti Tüketim Analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 19*(1), 51-65.

Erdal, G., Esengün, K. (2008). Tokat İlinde Balık Tüketimini Etkileyen Faktörlerin Logit Model ile Analizi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 25*(3), 203-209.

Karasar, N. (2006). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel.

Kızılaslan, H., Nalinci, S. (2013). Amasya İli Merkez İlçedeki Hanehalkının Balık Eti Tüketim Alışkanlıkları ve Balık Eti Tüketimini Etkileyen Faktörler. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi,* (5), 61-75.

Mol, S. (2008). Balık Yağı Tüketimi ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Journal of FisheriesSciences.com, 2*(4), 601-607.

Olgunoğlu, İ. A., Bayhan, Y. K., Olgunoğlu, M. P., Artar, E., Ukav, İ. (2014). Adıyaman İlinde Balık Eti Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 9*(1), 21-25.

Orhan, H., Yüksel, O. (2010). Fishery Product Consumption Survey in Burdur Province. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5*(1),1-7.

Saygı, H., Saka, Ş., Fırat, K., Katağan, T. (2006). İzmir Merkez İlçelerinde Kamuoyunun Balık Tüketimi ve Balık Yetiştiriciliğine Yaklaşımı. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23*(1-2), 133-138.

TUİK. (2018). Su Ürünleri İstatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005

Turan, H., Erkoyuncu, İ. ve Kocatepe, D. (2013). Omega-6, Omega-3 Yağ Asitleri Ve Balık. *Yunus Araştırma Bülteni*, (2), 35-40.

Yavuzcan, H., Atar, H. H., Alçiçek, Z. (2010). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğrencilerinin Su Ürünleri Tüketim Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi. *Ziraat Mühendisliği, 354,*10-17.

Yüksel, F., Karaton-Kuzgun, N., Özer, E. İ. (2011). Tunceli İli Balık Tüketim Alışkanlığının Belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 2*(5), 28-36.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

COLCHICUM ATTICUM SPRUNER EX TOMMAS **TÜRÜ ÜZERİNE ANATOMİK, MORFOLOJİK VE PALİNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

Investigations on Anatomic, Morphological and Palinological Properties of *Colchicum atticum* Spruner Ex Tommas.

Derviş Öztürk[1]

[1]*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mahmudiye Atçılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Eskişehir, Türkiye*, dozturk@ogu.edu.tr

Öz: Giriş ve Amaç: Çalışmada ***Colchicum atticum*** Spruner ex Tommas. türünün morfolojik, anatomik ve palinolojik özellikleri incelenmistir. Colchicum L. cinsi, en kapsayıcı anlamında, veri referanslarında eşit olmayan bir şekilde dağılmış 90 tür içerir. Bitkinin morfolojik ölçümlerinin Türkiye Florası ile bazı benzerlik gösterdiği belirlenmistir. Türkiye'deki Colchicum L. 'un yüksek tür frekansı ve endemikliği (yaklaşık % 35), cinsin türünün ve çeşitliliğinin ana merkezi olduğunu göstermektedir. Anatomik çalışmalarda kök ve çiçek tüpü enine, yaprak enine, yaprak alt ve üst yüzeysel kesitleri incelenmiştir. Palinoloji çalışmalarda Taramalı elektron mikroskopu (SEM) kullanılarak polen özellikleri belirlenmiştir. Örnekler Eskişehir'den toplanmış ve lokalitesi verilmiş olup, Türkiye'de yayılış alanları literatür incelemelerine göre saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler Colchicum L., Anatomi, Morfoloji, SEM

Abstract: Background& Aim: In this study, morphological, anatomical and palynological characteristics of *Colchicum atticum* Spruner ex Tommas. were investigated. The genus Colchicum L., in its most inclusive sense, includes 90 species that are unevenly distributed in the data references. The morphological measurements of Turkey is determined to show some similarities with Flora. Colchicum L. 'type high frequency and endemism in Turkey (about 35%), the type and variety of species shows that the main center. In anatomical studies, root and flower tube transverse, leaf transverse, upper and lower leaf cross sections were examined. In palynology studies, pollen properties were determined by using scanning electron microscope (SEM). Samples were collected from Eskisehir and is given localities in Turkey distribution area was determined according to a literature review.

Keywords: Colchicum L., Anatomy, Morphology, SEM

GİRİŞ

Türkiye florası 154 familyaya ait 1.220 cins ve 11.707 tür ve tür altı takson ile temsil edilmektedir. Endemik tür sayısı 3500, endemik alttür sayısı 497, endemik varyete sayısı: 390, toplam endemik takson sayısı 4300, toplam tür sayısına göre % 32 dir. Komşu ülkeler ile kıyaslandığında tür zenginliği ve endemik türler bakımından Türkiye ilk

sırada gelmektedir. Avrupa Kıtası'nın toplam tür sayısı yaklaşık 12.500 olup, bunun 2.500 kadarı endemiktir. Türkiye Avrupa'dan daha fazla endemik türe sahiptir. (Arif ve Gürbüz 2010).

Tablo 1. Türkiye florasının floristik özeti

	Doğal	Endemik	%	Yabancı	Tarım	Toplam
Kibritotları	13	1	8,00	0	0	13
Eğreltiler	73	2	2,74	0	0	73
Açık tohumlular	37	6	16,00	4	1	42
Kapalı tohumlular	11343	3640	32,09	167	69	11579
Toplam	11466	3649	31,82	171	70	11707

Türkiye'de yetişen bitki türleri 145 familya içerisinde bulunmaktadır. Tür sayısı bakımından en zengin familyalar sırasıyla: Poaceae, Asteraceae, Fabaceae, Brassicaceae, Lamiaceae'dir. Cinslere göre en fazla bitki türleri ise Astragalus (geven)426 tür, Verbascum (sığırkuyruğu) 228 tür, Centaurea (gökbaş-Peygamber çiçeği) 182 tür, Allium 146 tür, Silene 131 tür, Campanula 106 tür, Galium 102 tür, Hieracium 101 türdür (Ekim ve ark. 2000).

Türün toplantığı Eskişehir ili İç Anadolu Bölgesinin Kuzeybatısında, 29^{o} 58' ve 32^{o} 04' Doğu boylamları ile 39^{o} 06' ve 40^{o} 09' Kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Yüzölçümü 13.901 km2 dir. Türkiye İçinde kapladığı alan oranı % 1,7'dir. Doğuda Ankara, Güneyde Konya ve Afyon, Batıda Kütahya ve Bilecik, Kuzeyde Bilecik, Bolu ve Ankara illeri ile çevrilidir. İl merkezinin denizden yüksekliği 801 m'dir.

Colchicum L. cinsi en kapsamlı anlamında (Merendera Ramond ve Bulbocodium L. dahil) 90 tür içerir (Varol 2005, Sütlüpınar 2002). Balkan Yarımadası bu türler bakımından oldukça zengindir

Balkan Yarımadası bu türler bakımından oldukça zengindir, ancak çoğunluğu Yunanistan'dadır (Ege Adaları dahil 30 tür). Sadece Türkiye'de daha fazla tür vardır (Baytop 1987). Türkiye'deki Colchicum'un (Merendera Ramond dahil) yüksek tür sıklığı ve endemikleri (yaklaşık% 35), bu bölgeyi, cinsin türünün ve türünün temel bir çeşitlilik merkezi olarak gösterir (Akan ve Fatıl 2005, Küçük ve ark 2017).

Doğu Karadeniz'in Kolşik bölgesinde yetişen çok sayıda türün yetişmesi nedeniyle Colchicum'a bilimsel adı verildi (Baytop ve Mathew

1984). Bazı kaynaklar Türkçeye Colchicum adını 'Acı çiğdem' olarak verir (Bowles 1952, Baytop 1994).

MATERYAL & YÖNTEM

Colchicum atticum Spruner ex Tommas. (Colchicaceae) türüne ait yaprak anatomileri ve morfolojileri incelenmiştir. Bu türe ait yayılış alanı Eskişehir'de çeşitli lokalitelerden yaygındır.

Morfolojik çalışmalar

Eskişehir'de yayılış gösteren Colchicum cinsine ait *Colchicum atticum* takson toplanarak resimleri çekilmiştir. Örneklerin Türkiye Florası ve ilgili kaynaklar kullanılarak teşhisleri yapılmıştır. Toplanan örneklerin bir kısmı herbaryum örneği olarak ayrılmış, %70'lik etil alkolde saklanmıştır. Tür tayinleri Flora of Turkey and The East Aegean Islands esas alınarak yapılmıştır.

Anatomik çalışmalar

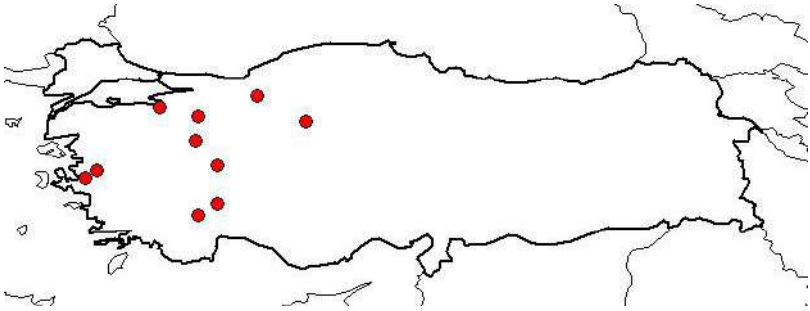
Olympus CX31 ışık mikroskobu ve Morfolojik incelemeler herbaryum örneklerinden, anatomik çalışmalar da % 70' lik alkol içinde saklanan materyallerden yapılmıştır. Gövde, yaprak enine kesitleri ve yaprak yüzeysel kesitleri bir jilet yardımı ile elle alınmıştır. Alınan kesitlerin uygun olanları entellan ile daimi preparatlar haline getirilmişlerdir. Daimi hale getirilen bu preparatlardan Nikon cihazı ile kesitlerin farklı büyütmede fotoğrafları çekilmiştir. Transmisyon Elektron Mikroskobu ile fotoğraflarla desteklenen türler için anatomik açıklamalar hazırlandı.

Palinolojik çalışmalar

Colchicum atticum'un polenleri Transmission Electron Microscope marka mikroskop ile fotoğrafları çekildi. Polen numuneleri taze toplanan herbaryum örneklerinden elde edilmiştir. SEM incelemesi için, polen tanecikleri doğrudan çift taraflı bant yapıştırılmış altın plakalarla püskürtme ile kaplanmıştır. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Merkez Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezindeki elektron mikroskobunda numunelerin fotoğrafları çekilmiştir.

BULGULAR

Araştırma bitkisi olan *Colchicum atticum* Spruner Ex Tommas. yetişme alanı olarak Sündiken dağı, meşelik alanlarda, deniz seviyesinden 900 m yükseklikte yayılış göstermektedir. *Colchicum atticum* Spruner Ex Tommas. türüne ait yaprak enine ve yüzeysel kesitleri belirlenmiş ve fotoğraflanmıştır. Türkiye' de yayılış alanları figür 1'de verilmiştir.



Figür 1. Türkiye'de *Colchicum atticum* Spruner Ex Tommas. yayılış gösterdiği yerler(Bolu, Afyonkarahisar, Ankara, Bilecik, Burdur, Bursa, Isparta, İzmir, Kütahya, Manisa)

Morfolojik Çalışmalar

Corm dikdörtgen-oval, 15-20 (-30) x 10-15 (-20) mm; dış tunikler siyah veya siyahımsı kahverengi, derimsi; içteki tunik koyu kahverengi, kısa boyunlu, l (-2) cm. (2-) 4 (-6), Doğrusal-doğrusal mızrak şeklinde, 3-5 x 0.2-0.3 cm, 18 x 0.3-0.5 (-0.8) cm, akut, yeşil, siliat veya kabuklu yapraklar . Çiçekler (1-) 3-5 (-6), beyazdan morumsu pembeye, dar eliptik düzlemde periant segmentlerinin uzuvları, (15-) 20-25 (-27) x (2-) 3 (-5) mm (Davis 1984)(Düşen ve Sümbül 2007) (Figür 2).

Figür 2. *Colchicum atticum* Spruner Ex Tommas. türünün A. Genel görünüş, B. Periant.



8 mm'ye kadar filamentler; anterler siyah, koyu sarı-siyah veya yeşilimsi siyah, 2-3 (-4) x 1 mm; polen soluk sarıdır. Kapsüllü elipsoid, 15-25 mm. Kireçtaşı yamaçlarında aşırı pişmiş çim, açık yamaçlarda kumlu, açık Pinus brutia ormanı, 100-2000 m. (Figür 3).

Figür 3. ***Colchicum atticum*** Spruner Ex Tommas. türünün çiçeklerinin genel görünümü . A. Genel görünüm, B. Bitki kısımları, B1. Stamen, B2. Stilus, B3. Tepal, B4. Tepal, B5. Cataphylls, B6. Tunik

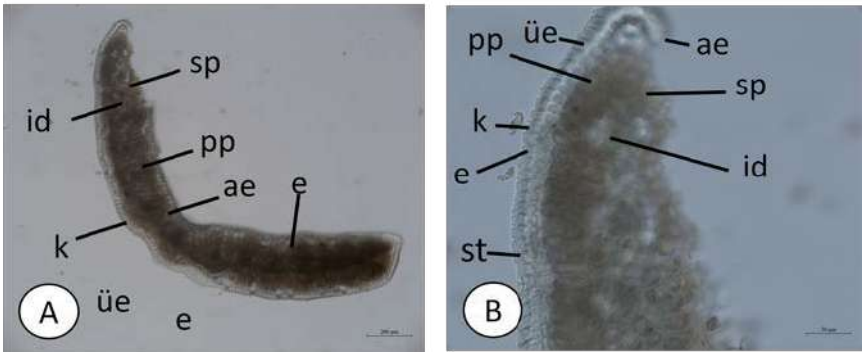


Anatomik Karakterler

Yaprak enine ve yüzeysel anatomik kesitleri

Yaprakların kesitinde, kutikula dış tabaka üzerindedir ve üst ve alt epidermis tabakalarının benzer olduğu tespit edilmiştir (Figür 3A). Epidermis hücreleri isodiametrik ve ovaldir. Dış duvarlar iç ve yan duvarlardan daha kalındır. Her iki epidermal yüzey kalın veya ince kutikula ile kaplanmıştır. Üst epidermisin kütikülü, alt epidermisinden daha fazla dalgalıdır. Stomalar anomositik bir tiptir ve epidermal hücre seviyesinden biraz daha yükseğe yerleştirilmiştir. Yaprak isolateraldir (Akan ve Satil 2005)(Figür 3B).

Figür 4. *Colchicum atticum* Spruner Ex Tommas. yaprak enine kesitleri, pp-parankima, sp-sünger parankiması, id-iletim demetleri, üe-üst epidermis, ae-alt epidermis, k-kutikula, st-stoma.



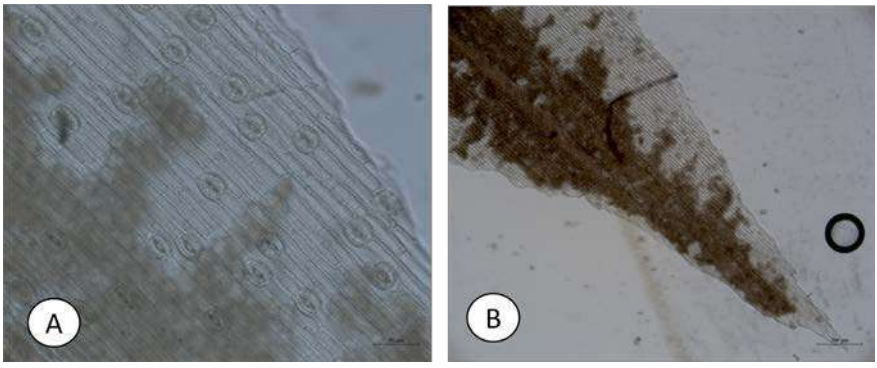
Tablo 1. *Colchicum atticum* Spruner Ex Tommas. türünün yaprak enine anatomik ölçümleri

	Genişlik (µm)		Uzunluk (µm)	
	Minimum	**Maksimum**	**Minimum**	**Maksimum**
Kutikula	-	-	-	-
Üst epidermis h.	20	30	22	25
Palizat parankiması h.	12	18	22	30
Sünger p.	8	10	10	12
Alt epidermis h.	16	25	20	28

Yaprak alt ve üst yüzeysel kesitleri

Alt ve üst epidermiste hücreler silindirik şeklinde olup tek sıra halinde parankimatik hücrelerin üzerinde sıralanmıştır. Epidermis hücrelerin arasında stomalar görünmektedir (Figür 5).

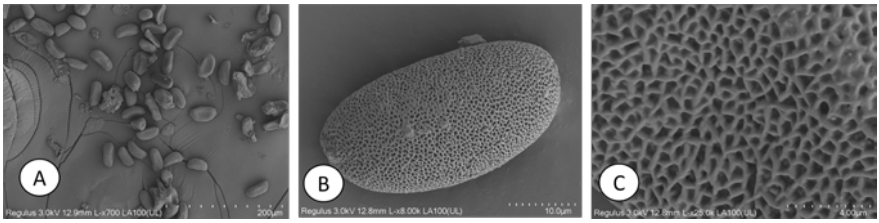
Figür 5. *Colchicum atticum* Spruner Ex Tommas. A-Yaprak üst yüzeysel kesiti, B- Yaprak alt yüzeysel kesitleri, e-epidermis, st-stoma.



Palinolojik çalışmalar

Polen çalışması, orijinal materyali diğer taksonlardan ayırt etmek için bir teşhis aracı olarak hizmet eder. SEM kullanılarak yapılan polen değerlendirmesi, her iki bitki arasında Colchicum poleni olan kutupsal olarak dairesel olduğu, ekvator görünümünde şişen ve Colchicaceae'ın karakteristik özelliği olan dipolar olduğu için net farkları gösterir (Figür 6).

Figür 6. *Colchicum atticum* Spruner Ex Tommas. A- EM polen görüntüsü, B- SEM ekvatoral görüntüsü C- Polen yüzeyi



TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, *C. szovitsii, C. cilicicum, C. persicum* ve *C. atticum'*un karşılaştırmalı morfolojik karakter olarak karşılaştırılmıştır (Tablo 3). Bulgularımız ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 3. *C. szovitsii, C. cilicicum, C. persicum* ve *C. atticum'*un karşılaştırmalı morfolojik karakterler

Morfolojik karakerler	***C. szovitsii***	***C. cilicicum***	***C. persicum***	***C. atticum***	**Bulgularımız**
Korm (cm)	l.5-4x l -3	4-6X3-4.5	(3.5-)5-7.5x2-4 (-4.5)	15-20(-30) x 10-15(-20)	15-20 x15(-20)
Yaprak sayısı	2-3	4-5	5-10 (-13)	(2-)4(-6)	4(-6)
Yaprak uzunluğu x genişliği	(12-) 16-21 (-25) x(l-) 2-3.5 cm	30-40x(4-) 5.5-7(-l l.5) cm	7-l5x0.4-3(-3.5) cm	18 x 0.3-0.5 (-0.8)cm	16 x 0.3-0.6cm
Periant parçaları	(2. l-) 2.7-3.5 cm x4-l0 mm	(4-) 5-7.5xl.2-2.5 cm	(2.4-) 2.8-5cm x5-13(-19) mm	(15-)20-25(-27) x (2-)3(-5)mm	20-25 x 3-4mm

C. cilicicum, C. persicum ve *C. atticum'*un karşılaştırmalı yaprak anatomisi

Yaprak anatomisine dayanan Colchicum anatomisi incelenmiş ve türler arasında önemli bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Çalışılan Colchicum türünün alt yüzeylerinde epidermis ile kütikül arasında kalın bir tabaka vardır. Yaprakları izolateral tipte olduğu gözlenmitir (Tablo 4).

Tablo 4. *C. cilicicum*, *C. persicum* ve *C. atticum*'un karşılaştırmalı yaprak anatomisi

Anatomik karakterler	***C. cilicicum***	***C. persicum***	***C. atticum***	**C. atticum Bulgularımız**
Stoma tipi	Anomositik	Anomositik	Anomositik	Anomositik
Yaprak tipi	İzolateral	İzolateral	İzolateral	İzolateral
Palizat parankiması	1 sıralı	2-3 sıralı	1-2 sıralı	1-2 sıralı
Sünger parankiması	2-3 sıralı	2-3 sıralı	2-3 sıralı	2-3 sıralı
İletim demet tipi	Kollateral	Kollateral	Kollateral	Kollateral

Bu araştırmada, gelecekteki çalışmalara ilişkin daha ayrıntılı bir açıklama sağlamak için ***Colchicum atticum*** Spruner Ex Tommas. morfolojik ve anatomik özellikleri incelenmiştir. . Ayrıca bu çalışma ile anatomik özelliklerin tespiti literatürde mevcut olan verileri ile karşılaştırılmıştır. İncelemeler sonucunda polen şekli ve yüzeyi diğer colchicum türleri ile benzerlik göstermektedir (Kleizen ve ark 2008, Kleizen ve ark 2009).

KAYNAKLAR

Akan, H., & Satil, F. (2005). Morphological and anatomical investigations on some species of Colchicum L. occurring in south east Anatolia, Turkey. Journal of Biological Sciences, 5(4), 402-410.

Arif, İ. P. E. K., & GÜRBÜZ, B. (2010). Türkiye florasında bulunan Salvia türleri ve tehlike durumları. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 19(1-2), 30-35.

Baytop, T. (1987). Nouvelles observations sur les Colchicum (Liliaceae) de la Turquie. Istanbul Ecz. Fak. Mec, 23, 41-45.

Bowles, E. A. (1952). Handbook of Crocus and Colchicum for gardeners. Handbook of Crocus and Colchicum for gardeners., (Edn 2).

Davis PH (ed.) (1984). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. vol.8. Edinburgh: Edinburgh Univ. Press.

Düşen, O. D., & Sümbül, H. (2007). A morphological investigation of Colchicum L.(Liliaceae) species in the Mediterranean region in Turkey. Turkish Journal of Botany, 31(5), 373-419.

Ekim T, Koyuncu M, Vural M, Duman H, Aytaç Z, Adigüzel N (2000) Red Data of Turkish Plants.

Kleizen, C., Midgley, J., & Johnson, S. D. (2008). Pollination systems of Colchicum (Colchicaceae) in southern Africa: evidence for rodent pollination. Annals of botany, 102(5), 747-755.

Kleizen, C., Midgley, J. J., & Johnson, S. D. (2009). Variation in seed set amongst populations of a rodent pollinated geophyte, Colchicum coloratum. South african journal of botany, 75(4), 739-743.

Küçük, S., Ocak, A., & Canım, B. (2017). Morphologıcal And Anatomıcal Investıgatıons On Some Specıes Of Colchıcum L. Bangladesh Journal Of Botany, 46(1), 223-231.

Sütlüpınar, N. (2002). Investigations on Turkish Colchicum and Merendera species. ACTA Pharmaceutica Sciencia, 44(3).

Varol, Ö. (2005). Merendera figlalii (Colchicaceae), a new species from Southwestern Anatolia, Turkey. Belgian Journal of Botany, 89-92.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

CROCUS CHRYSANTHUS (HERB.) HERB. TÜRÜNÜN MİKROMORFOLOJİK, PALİNOLOJİK VE ANATOMİK ÖZELLİKLERİ

Crocus Chrysanthus (Herb.) Herb. Micromorphological, Palynological and Anatomical Characteristics of Species

Derviş Öztürk[1]

[1]*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mahmudiye Atçılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Eskişehir, Türkiye*, dozturk@ogu.edu.tr

Öz: Giriş ve Amaç: Crocus L. cinsi (lridaceae), günümüzde ağırlıklı olarak Akdeniz bölgesi bölgesinde dağılmış 90 türden ve Irano-Turanian bölgesinin daha kuru floristik alanlarından oluşmaktadır. Türlerin çoğunluğu Türkiye sınırlıdır. Güneybatı Türkiye, 40'ı endemik olan 40 tür ve 70 taksonla cinsin çeşitliliğinin merkezidir. Türkiye'de, *Crocus chrysanthus* (Herb.) Herb. hem anter hem de çiçek renklerde oldukça değişkendir. Türkiye Flora'nın yayınlanmasından bu yana Crocus L. ile ilgili ekolojik, anatomik, sitolojik ve palinolojik çalışmalar yayınlanmıştır. Çalışmamızda *Crocus chrysanthus* (Herb.) Herb. türünün mikromorfolojik, palinolojik ve anatomik özellikleri incelenmiş olup, cinsin sistematiğine katkı sağlamak amacıyla yapılmıştır. Anatomik çalışmalarda kök ve çiçek tüpü enine, yaprak enine, yaprak alt ve üst yüzeysel kesitleri alınarak incelenmiştir. Örnekler gliserin-jelatin ile sabit preparat haline getirildikten sonra fotoğrafları çekilmiştir. Polen yüzey ornamentasyonu için SEM mikroskobu kullanılmış ve türün polen yüzey ornamentasyonu spiraperturate olarak tespit edilmiştir. Örnekler Eskişehir'den toplanmış ve lokalitesi verilmiş olup, Türkiye'de yayılış alanları literatür incelemelerine göre saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Crocus L., Anatomi, Morfoloji, SEM

Abstract: Background& Aim: The Crocus L. genus (lridaceae) consists of 90 species distributed mainly in the Mediterranean region and the more dry floristic areas of the Irano-Turanian region. The majority of species is limited to Turkey. Southwestern Turkey, 40 is the center of diversity of endemic species with 40 species and 70 taxa. In Turkey, *Crocus chrysanthus* (Herb.)Herb. Each anther and both are quite variable in flower color. Since the publication of the Flora of Turkey about Crocus L. ecological, anatomical, cytological and palynological studies have been published. In our study, the micromorphological, palynological and anatomical features of *Crocus chrysanthus* (Herb).Herb. species were investigated and made to contribute to the systematic of the genus. In anatomical studies, root and flower tube cross-section, leaf cross-section, upper and lower leaf cross-sections were examined. The samples were fixed with glycerin-gelatin and then photographed. SEM microscope was used for pollen surface ornamentation and the pollen surface ornamentation of the species was determined as spiraperturate. Samples were collected from Eskisehir and is given localities in Turkey distribution area was determined according to a literature review.

Keywords: Crocus L., Anatomy, Morphology, SEM

GİRİŞ

Ülkemiz gerek farklı coğrafi ve iklim yapısına sahip olması, gerekse üç gen merkezinin kesişim noktasında bulunmasından dolayı bitki türü çeşitliliği bakımından dünyada önemli bir konuma sahiptir. Türkiye florası 154 familyaya ait 1.220 cins ve 11.707 tür ve tür altı takson ile temsil edilmektedir. Endemik tür sayısı 3500, endemik alttür sayısı 497, endemik varyete sayısı: 390, toplam endemik takson sayısı 4300, toplam tür sayısına göre % 32 dir. Komşu ülkeler ile kıyaslandığında tür zenginliği ve endemik türler bakımından Türkiye ilk sırada gelmektedir. Avrupa Kıtası'nın toplam tür sayısı yaklaşık 12.500 olup, bunun 2.500 kadarı endemiktir. Türkiye Avrupa'dan daha fazla endemik türe sahiptir. (Gürbüz 2002, Page and Olds 2004).

Tablo 1. Türkiye florasının floristik özeti

	Doğal	Endemik	%	Yabancı	Tarım	Toplam
Kibritotları	13	1	8,00	0	0	13
Eğreltiler	73	2	2,74	0	0	73
Açık tohumlular	37	6	16,00	4	1	42
Kapalı tohumlular	11343	3640	32,09	167	69	11579
Toplam	11466	3649	31,82	171	70	11707

Türkiye'de yetişen bitki türleri 145 familya içerisinde bulunmaktadır. Tür sayısı bakımından en zengin familyalar sırasıyla: Poaceae, Asteraceae, Fabaceae, Brassicaceae, Lamiaceae'dir. Cinslere göre en fazla bitki türleri ise Astragalus (geven)426 tür, Verbascum (sığırkuyruğu) 228 tür, Centaurea (gökbaş-Peygamber çiçeği) 182 tür, Allium 146 tür, Silene 131 tür, Campanula 106 tür, Galium 102 tür, Hieracium 101 türdür (Gürbüz 2002, Ekim ve ark. 2000, Özgen ve ark. 1995).

Crocus çiçekli çiçeklenme alanlarının doğal ortamlarında, beyaz, kırmızı, mavi, leylak ve turuncu renklerle olmaktadır. Çiğdem, renklerde olduğu gibi süs bitkisi olarak kabul edilir. Bu özelliklerden dolayı Crocus türleri parklarda ve bahçelerde yetiştirildiğinde yaşam biçimlerini sürdürebilirler (Kandemir 2010). Ekolojik olarak farklı tüpte toprak örneklerinde bulunmaktadır (Sik 2009).

Türün toplantığı Eskişehir ili İç Anadolu Bölgesinin Kuzeybatısında, 29° 58' ve 32° 04' Doğu boylamları ile 39° 06' ve 40° 09' Kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Yüzölçümü 13.901 km2 dir. Türkiye İçinde kapladığı alan oranı % 1,7'dir. Doğuda Ankara, Güneyde Konya ve Afyon, Batıda Kütahya ve Bilecik, Kuzeyde Bilecik, Bolu ve Ankara illeri ile çevrilidir. İl merkezinin denizden yüksekliği 801 m'dir.

Figür 1. *Crocus chrysanthus* (Herb).Herb. türünün toplandığı lokalite.



Eskişehir ilinin floristik açıdan ülke içerisindeki konumu irdelendiğinde İran- Turan fitocoğrafik bölgesinde yer almasına rağmen sahip olduğu değişik habitatlar birçok farklı fitocoğrafik elementlerini bünyesinde bulundurmasını sağlamıştır.

MATERYAL & YÖNTEM

Crocus chrysanthus (Herb.) (Iridaceae) türüne ait gövde ve yaprak anatomileri, morfolojileri ve habitatı incelenmiştir. Bu türe ait yayılış alanı Eskişehir'de çeşitli lokalitelerden tespit edilerek, habitat özelikleri açısından veriler toplanmıştır.

Morfolojik çalışmalar

Eskişehir'de yayılış gösteren Crocus cinsine ait Crocus chrysanthus (Herb.) takson toplanarak herbaryum tekniklerine göre kurutulup resimleri çekilmiştir. Örneklerin Türkiye Florası ve ilgili kaynaklar kullanılarak teşhisleri yapılmıştır. Toplanan örneklerin bir kısmı herbaryum örneği olarak ayrılmış, %70'lik etil alkolde saklanmıştır. Tür tayinleri Flora of Turkey and The East Aegean Islands esas alınarak yapılmıştır.

Anatomik çalışmalar

Olympus CX31 ışık mikroskobu ve Morfolojik incelemeler herbaryum örneklerinden, anatomik çalışmalar da % 70' lik alkol içinde

saklanan materyallerden yapılmıştır. Gövde, yaprak enine kesitleri ve yaprak yüzeysel kesitleri bir jilet yardımı ile elle alınmıştır. Alınan kesitlerin uygun olanları entellan ile daimi preparatlar haline getirilmişlerdir. Daimi hale getirilen bu preparatlardan Nikon cihazı ile kesitlerin farklı büyütmede fotoğrafları çekilmiştir. Transmisyon Elektron Mikroskobu ile fotoğraflarla desteklenen türler için anatomik açıklamalar hazırlandı.

Palinolojik çalışmalar

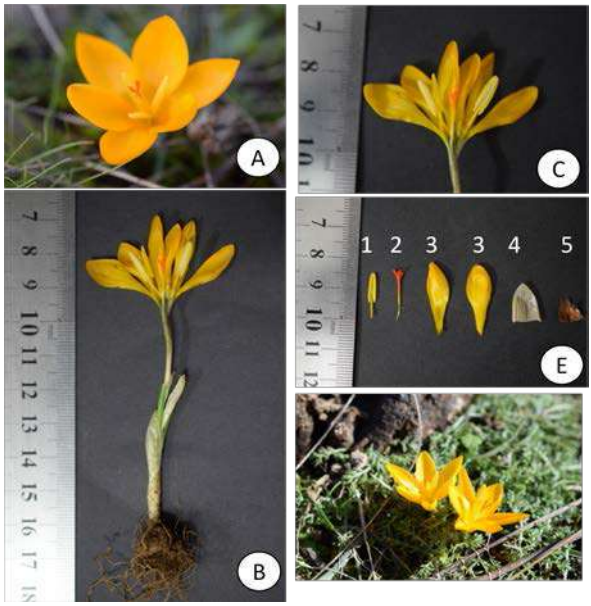
C. coum 'un polenleri Transmission Electron Microscope marka mikroskop ile fotoğrafları çekildi. Polen numuneleri taze toplanan herbaryum örneklerinden elde edilmiştir. SEM incelemesi için, polen tanecikleri doğrudan çift taraflı bant yapıştırılmış altın plakalarla püskürtme ile kaplanmıştır. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Merkez Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezindeki elektron mikroskobunda numunelerin fotoğrafları çekilmiştir.

BULGULAR

Morfolojik Çalışmalar

Çalışmada Crocus chrysanthus (Herb.) (Iridaceae) türüne morfolojik yapıları belirlenmiş ve fotoğraflanmıştır. Korm tunik membranöz ya da derimsi, tabanda halkalara bölünür, halkalar tamamen ya da dişlidir. 3-5 (-6), synanthous, 0.5-2.5 mm genişliğindedir.. Prophyll yoktur. Bracteol, genellikle brakteden çok daha dardır. Periant sarı boğaz, tüysüz; 1.5-3.5 x 0.5-1.1 cm, sarıdan turuncu-sarıya, bazen çizgili ya da bronz ya da mor dıştan, nadiren kremalı beyaz kısımlara ayrılır. Filamentler 3-6 mm, sarı, tüysüz; anterler 6-12 mm, sarı, nadiren tamamen ayrılmadan önce siyah kenarlı. Stil 3 ince veya genişletilmiş sarı ila turuncu dallara ayrılır (Akan ve Eker 2004, Davis 1984)(Figür 2, Tablo 2).

Figür 2. *Crocus chrysanthus* (Herb).Herb. türünün çiçeklerinin genel görünümü ve çeşitli kısımları. A. F. Habitat, B. Genel görünüş, C. Çiçek, E1. Stamen, E2. Stilus, E3. Tepal, E4. Cataphylls, E5. Tunik



Tablo 2. *Crocus chrysanthus* (Herb).Herb. türünün morjolojik ölçümleri

Morfolojik Karakterler	Flora of Turkey	Çalışmamıdaki bulgular
Bitki boyu(cm)	Bilinmiyor	9-20
Korm (cm)	(2-)3.5-6 (çap.)	0.5-2 x 1-2.2
Tunik halkaları	Bilinmiyor	Tabanda halka mevcut
Yaprak sayısı	anthesis	Çiçek geç açar
Yapraklar	(5-)7-17	4-7
Taprak genişliği(mm)	0.5-1.5	0.5-1.5
Skap boyu(cm)	Bilinmiyor	36
Periant tüp boyu(cm)	Bilinmiyor	4-10
Periant parçaları(cm)	1.9-5 x 0.4-1.6	2.2-4.6 x 0.6-1.2
Filament	tüysüz	tüysüz

Anatomik Karakterler

Skap anatomik kesitleri

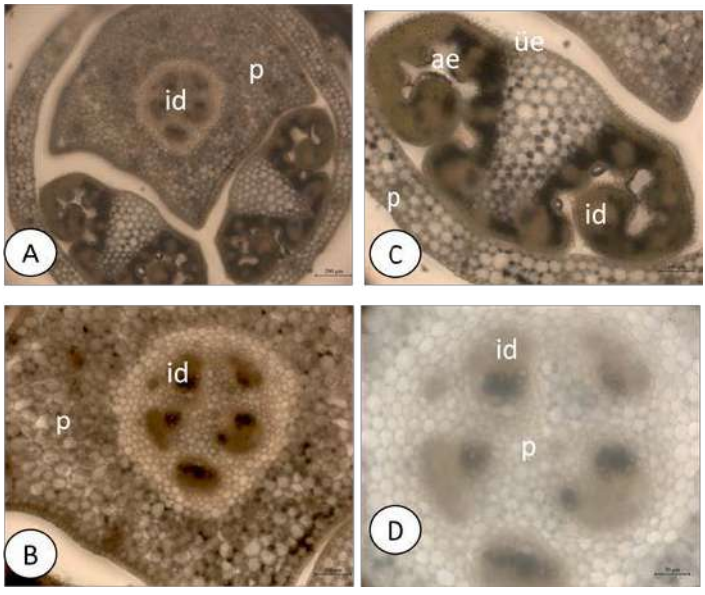
Epidermis tek katmanlı ve kübik hücrelerden oluşuyordu. Hücreler arası boşluk içermeyen kortex hücreleri, altta 3-8 tabakalıydı.

Korteks hücrelerinin çapı, özden merkeze göre daha büyüktü. Hem çevre hem de merkezde çeşitli büyüklüklerde vasküler demetler düzenlenmiştir. Çevredeki damar demetlerinin sayısı genellikle 8 iken, merkezdekilerin sayısı 5'dir (Figür 3).

Tablo 3. *Crocus chrysanthus* (Herb).Herb. türünün skap anatomik ölçümleri

	Genişlik (µm)		**Uzunluk(µm)**	
	Minimum	**Maksimum**	**Minimum**	**Maksimum**
Epidermis h.	12	16	12	14
Parankima h	25	40	30	42
Öz hücresi	20	30	25	36

Figür 3. *Crocus chrysanthus* (Herb).Herb. skap A,B,C,D enine kesitleri, p-parankima, id-iletim demetleri, ae-alt epidermis, üe-üst epidermis

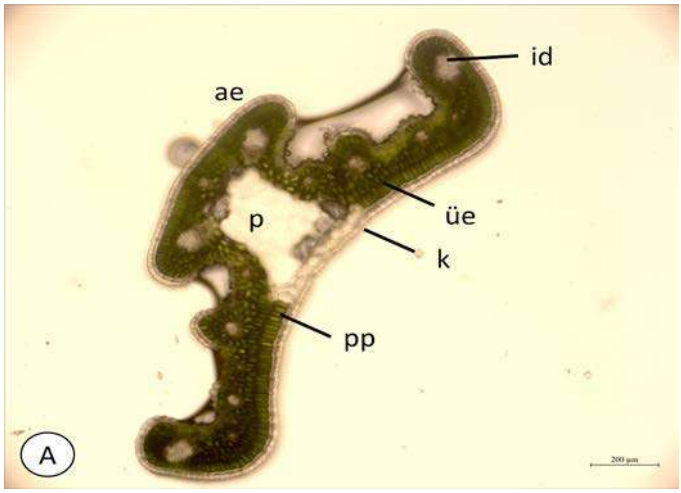


Yaprak enine ve yüzeysel anatomik kesitleri

Yaprak enine kesiti, üst epidermis hücrelerinin, alt epidermis hücrelerinden daha uzun oval ve orbiküler olduğunu ortaya çıkardı. Üst epidermisin kütikülası alt epidermisinkinden daha kalındır. Stoma tipi anomositiktir ve sadece alt yüzeylerde görülürler. Epidermal hücrelerin alt seviyelerinde bulunurlar (Candan 2007).

Yaprak bifacialdir. Palisat parankima hücreleri genellikle iki katmanlı olup, bol miktarda kloroplast içerir. Süngerimsi parankima hücreler 2-3 tabakalıdır ve palisat parankimanın alt kısmında bulunurlar. Mesofil tabakasında irili ufaklı damar demetleri vardır. İletim demetleri, palisat ile süngerimsi tabaka arasında uzanır. İletim demetler kollateral tiptir. Ksilem üst yüzeye ve floeme doğrudur (Figür 4, Tablo 4).

Figür 4. *Crocus chrysanthus* (Herb).Herb. A-Yaprak enine kesiti, ae-alt epidermis, üe-üst epidermis, pp-palizat parankiması, k-kutikula, p-parankima.



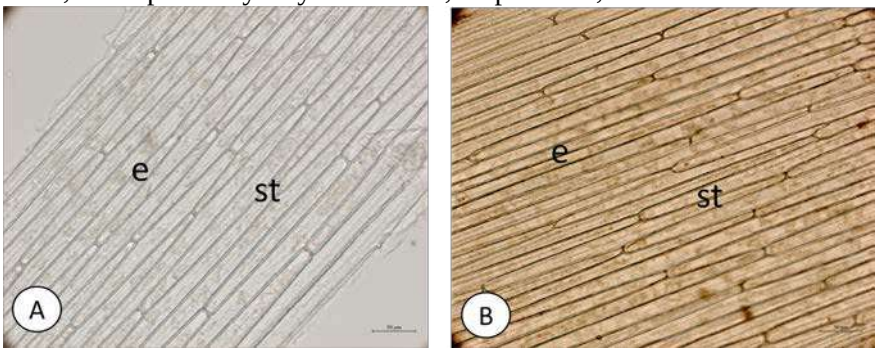
Tablo 4. *Crocus chrysanthus* (Herb).Herb. türünün yaprak enine anatomik ölçümleri

	Genişlik (µm)		**Uzunluk (µm)**	
	Minimum	**Maksimum**	**Minimum**	**Maksimum**
Kutikula	8	12	-	-
Üst epidermis h.	20	25	22	25
Palizat parankiması h.	20	25	45	50
Alt epidermis h.	20	25	20	25

Yaprak alt ve üst yüzeysel kesitleri

Alt ve üst epidermiste hücreler mekik şeklinde olup tek sıra halinde parankimatik hücrelerin üzerinde sıralanmıştır. Epidermis hücrelerin arasında stomalar görünmektedir (Figür 5).

Figür 5. *Crocus chrysanthus* (Herb).Herb. A-Yaprak üst yüzeysel kesiti, B- Yaprak alt yüzeysel kesitleri, e-epidermis, st-stoma.



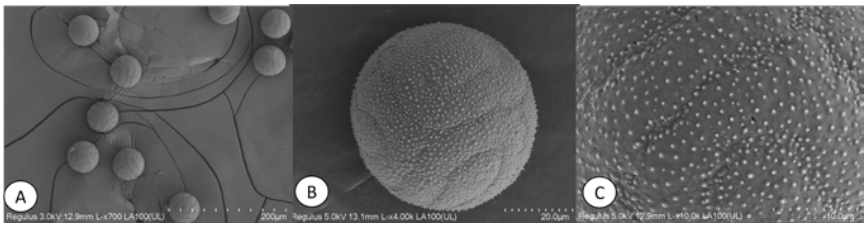
Tablo 5. *Crocus chrysanthus* (Herb).Herb. türünün yaprak yüzeysel anatomik ölçümleri

	Genişlik (µm)		**Uzunluk (µm)**	
	Minimum	**Maksimum**	**Minimum**	**Maksimum**
Alt epidermis h.	150	225	12	22
Üst epidermis h.	120	220	10	20

Polen çalışması

Polen tipleri değişken olup, polirugoidat, policolpat veya nanoperturat şeklinde olmaktadır.

Figür 6. *Crocus chrysanthus* (Herb).Herb. A- B-Polen, C- Polen yüzeyi



Tablo 6. *Crocus chrysanthus* (Herb).Herb. türünün yaprak yüzeysel anatomik ölçümleri

Polen Şekli	**Apertür**	**Ornamentasyon**	**Yapı**
Spiraperturate	oluksuz	Scabrate	Tectate

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, İlkbaharda çiçek açan *Crocus chrysanthus* (Herb).Herb. incelenmiştir. Bu taksonun bazı morfolojik ve anatomik karakterlere Türkiye Florası' da verilmemiştir. Bu karakter bu çalışmada ölçümler yapılarak tablolar haline getiririlmiştir. "Türkiye Florası" ile bulgularımız arasında bazı farklılıklar var ancak bu farklılıklar ile taksonların tanımları genişletilmiştir. Bu çalışmanın genel bulguları Türkiye Florası ve diğer flora çalışmaları ile uyumludur (Mathew 1984 1988 2000). Anatomik çalışmada, Crocus chrysanthus'un skap ve yapraklarının enineve yüeysel anatomik yapısı gözlendi. Çalışmanın sonuçları, Crocus chrysanthus'un mezofilinde 2 katmanlı palisade parankiması ve 2-3 katmanlı süngerimsi parankiması olduğunu, epidermis hücreleri dikdörtgen veya eliptiktir. Stomal bölgelerdeki epidermisin genellikle düzdür. Bu yapı C. gargaricus subsp. gargaricus, C. biflorus, C. flavus subsp. dissectus, C. olivieri, C. pallasii subsp. pallasii ve C.cancellatus ve C. pulchellus ile benzerlik gösermektedir (figür 4).

Kollardaki mezofil, palisat ve süngerimsi parankima olarak ayrılır (figür 4). Palisat dokusu 2 katlıdır (C. chrysanthus, C. olivieri subsp. istanbulensis, C. candidus, C. pallasii subsp. Pallasii, C. cancellatus subsp. Mazziaricus ve C. pulchellus) veya 1-2 katmanlı (C. gargaricus subsp. gargaricus, C. biflorus subsp. nubigena ve C. flavus subsp. dissectus'ta). 1-2 katmanlı süngerimsi doku, C. chrysanthus ve C. flavus subsp. dissectus; 3-4 katmanlı C. biflorus subsp. nubigena, C. candidus, C. pallasii subsp. pallasii, C. pulchellus ve C. gargaricus subsp. gargaricus; 4-5 katmanlı C. olivieri subsp. istanbulensis ve C. cancellatus subsp. Mazziaricus' dur .Sünger hücreleri yuvarlak veya ovaldir. Merkez kısmı büyük ince duvarlı parankimal hücrelerden oluşur. Polen tipleri değişken yapıda olduğu gözlenmiştir (Candan ve arkadaşları 2009, Candan ve Özhatay 2013, Işik ve Dönmez 2006).

KAYNAKLAR

Akan, H., & Eker, I. (2004). Some morphological and anatomical investigations on Autumn species of Crocus L. occurring in Şanlıurfa. Turkish Journal of Botany, 28(1-2), 185-191.

Arif, İ. P. E. K., & GÜRBÜZ, B. (2010). Türkiye florasında bulunan Salvia türleri ve tehlike durumları. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 19(1-2), 30-35.

Candan, F. 2007: Morphological, anatomical, cytological and palynological investigations on C. ancyrencis, C. sie heanus, C. chrysanthus and C. flavus taxa of the genus Crocus L. — Ph.D. thesis, Natural and Applied Sciences Institute, Celal Bayar University, Manisa

Candan, F., Kesercioğlu, T., & Şık, L. (2009). Micromorphological investigations on pollen samples of four yellow flowered taxa of Crocus L.(Iridaceae) from Turkey. Journal of Applied Biological Sciences, 3(2), 56-59.

Candan, F., & Özhatay, N. (2013, December). Crocus chrysanthus s. lato (Iridaceae) in Turkey. In Annales Botanici Fennici (Vol. 50, No. 6, pp. 423-430). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.

Davis PH (ed.) (1984). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. vol.8. Edinburgh: Edinburgh Univ. Press.

Ekim T, Koyuncu M, Vural M, Duman H, Aytaç Z, Adigüzel N (2000) Red Data of Turkish Plants.

Işik, S., & Dönmez, E. O. (2006). Pollen morphology of some Turkish Crocus L.(Iridaceae) species. Acta Biol. Cracov., Ser. Bot, 48(1), 85-91.

Sik, L., & Candan, F. (2009). Ecological properties of some Crocus taxa in Turkey. African Journal of Biotechnology, 8(9).

Mathew B (1984). Crocus L. In: Davis PH (ed). Flora of Turkey and the East Aegean Islands vol. 8: 413-438. Edinburgh: Edinburgh Univ.Press.

Mathew B (1988). Crocus L. In: Davis PH, Mill RR & Tan K (eds). Flora of Turkey and the East Aegean Islands (supplement I). vol. 10: 228. Edinburgh: Edinburgh Univ. Press.

Mathew BF (2000). Crocus L. In: G□ner A, □zhatay N, Ekim T & Baser KHC (eds.). Flora of Turkey and the East Aegean Islands (supplement II). vol. 11: 271-274. Edinburgh: Edinburgh Univ.Press.The Council of Protecting the Turkish Nature Press.

Kandemir, N. (2010). A morphological and anatomical investigation about two rare and endemic Crocus taxa (Iridaceae) from Southern Anatolia. EurAsian Journal of BioSciences, 4, 54-62.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

IRIS KERNERIANA (IRIDACEAE) ÜZERİNE ANATOMİK, MORFOLOJİK VE EKOLOJİK BİR ÇALIŞMA

An Anatomical, Morphological and Ecological Study on Iris kerneriana (Iridaceae)

Ayşenur Kayabaş[1] & Derviş Öztürk[2]

[1]*Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Çankırı, Türkiye*, abolukbasi@karatekin.edu.tr

[2]*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mahmudiye Atçılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Eskişehir, Türkiye*.

Öz: Giriş ve Amaç: *Iris kerneriana* Asch. & Sint. ex Baker (Iridaceae) türüne ait kök, gövde ve yaprak anatomileri, morfolojileri ve habitatı incelenmiştir. Ülkemizde *Iris* cinsinin 30 türü, 7 alt türü ve 6 varyete yayılış göstermektedir. Bu türe ait yayılış alanı Eskişehir'de tespit edilerek, habitat özelikleri açısından veriler toplanmıştır. Morfolojik ve anatomik olarak kök, gövde, yaprak ve rizom bakımından özellikleri incelenmiştir. Eskişehir'de yayılış gösteren *Iris* cinsine ait *Iris kerneriana* Asch. & Sint. ex Baker takson toplanarak herbaryum tekniklerine göre kurutulup resimleri çekilmiştir. Örneklerin Türkiye Florası ve ilgili kaynaklar kullanılarak teşhisleri yapılmıştır. Toplanan örneklerin bir kısmı herbaryum örneği olarak ayrılmış, %70'lik etil alkolde saklanmıştır. Tür tayinleri Flora of Turkey and The East Aegean Islands esas alınarak yapılmıştır. Morfolojik incelemeler herbaryum örneklerinden, anatomik çalışmalar da % 70' lik alkol içinde saklanan materyallerden yapılmıştır. Kök, gövde, yaprak enine kesitleri ve yaprak yüzeysel kesitleri bir jilet yardımı ile elle alınmıştır. Alınan kesitlerin uygun olanları entellan ile daimi preparatlar haline getirilmişlerdir. Daimi hale getirilen bu preparatlardan Nikon cihazı ile kesitlerin farklı büyütmede fotoğrafları çekilmiştir. Ekolojik çalışmalar için gerekli olan toprak numuneleri bitki örneklerinin alındığı alanlardan toprağın üst yüzeyi uzaklaştırıldıktan sonra 0-20 cm derinlikten yaklaşık 1 kg kadar miktarda alınıp, laboratuvarda kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Analizler standart metotlara göre analiz laboratuvarında yapılmıştır. Analiz sonuçları standart verilere göre değerlendirilmiştir. Araştırma bitkisi yetişme alanı olarak Sündiken dağı, meşelik alanlarda, deniz seviyesinden 900 m yükseklikte yayılış göstermektedir. *Iris kerneriana* Asch. & Sint. ex Baker (Iridaceae) türüne ait kök, gövde, yaprak ve rizom anatomileri belirlenmiş ve fotoğraflanmıştır. Bitkilerin üzerinde yayılış gösterdiği toprağın özelliği belirlenmiştir. Türkiye'de yayılış gösteren 43 türden biri olan *Iris kerneriana* Asch. & Sint. ex Baker (Iridaceae) taksonun anatomik bilgileri verilerek, morfolojisi ve ekolojisi hakkında bulgular tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Iris*, Anatomi, Habitat, Eskişehir

Abstract: Background & Aim: *Iris kerneriana* Asch & Sint. ex Baker (Iridaceae) species, root, stem and leaf anatomy, morphology and habitat were examined. There are 30 species, 7 subspecies and 6 varieties of *Iris* in our

country. The distribution area of this species was determined in Eskişehir and data were collected in terms of habitat characteristics. Morphological and anatomical features of root, stem, leaf and rhizome were investigated. *Iris kerneriana* Asch & Sint ex Baker taxa belonging to *Iris* genus spreading in Eskişehir were collected and dried according to herbarium techniques and their pictures were taken. Flora of Turkey and the samples were performed using diagnostic related resources. Some of the collected samples were separated as herbarium specimens and stored in 70% ethyl alcohol. Species were determined based on Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Morphological examinations were made from herbarium specimens and anatomical studies were made from materials stored in 70% alcohol. Root, stem, leaf cross sections and leaf superficial sections were taken by hand with a razor blade. Suitable sections of the obtained sections were made into continuous preparations with the enamel. Of these preparations which were made permanent, the Nikon device was used to photograph the sections at different magnifications. Soil samples required for ecological studies were taken from the areas where the plant samples were taken, the top surface of the soil was removed and taken in a quantity of about 1 kg from 0-20 cm depth, and dried after being dried in the laboratory and passed through a 2 mm sieve for analysis. The analyzes were performed according to standard methods in the analysis laboratory. The results of the analysis were evaluated according to standard data. The Sündiken Mountain is a 900 m altitude above the sea level in oak areas. Root, stem, leaf and rhizome anatomies of *Iris kerneriana* Asch & Sint ex Baker (Iridaceae) were identified and photographed. The characteristics of the soil on which the plants spread were determined. Turkey *Iris kerneriana*, one of the 43 species occurring until Ascher & Sint ex Baker (Iridaceae) taxa given anatomical information, the findings have been identified on morphology and ecology.

Keywords: *Iris*, Anatomy, Habitat, Eskişehir

GİRİŞ

Ülkemiz florası 8500'ü aşkın çiçekli bitki türüne sahipken alttür ve varyetelerle bu rakam 11000'i aşmaktadır (Tablo 1). Endemik bitkilerin sayısı ise 3600 civarındadır. Ülkemiz Holarktik aleme dahil Avrupa-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz fitocoğrafik bölgelerine sahiptir. Bu bölgeler, iklimsel ve edafik faktörlerinin yanı sıra ilginç floristik karakterler bulundurması bakımından kendine özgü özelliklere sahiptir. Topoğrafik yapıya bağlı olarak oluşan Anadolu Diyagoneli ülkemizin doğusu ve batısı arasında ekolojik farklılıklara neden olmaktadır (Kılınç ve Kutbay 2007). Ülkemiz tüm bu nedenlerden dolayı iklimsel, jeolojik, jeomorfolojik, topoğrafik, fitocoğrafik ve edafik (toprak) çeşitlilik göstermektedir. Ayrıca bu çeşitliliklerin yansıması sonucu floristik ve endemizm bakımından ılıman kuşağın en zengin ülkelerinden biridir.

Komşu ülkeler ile kıyaslandığında tür zenginliği ve endemik türler bakımından ülkemiz ilk sırada gelmektedir. Avrupa Kıtası'nın toplam tür

sayısı 2500'ü endemik olmak üzere yaklaşık 12.500'dür. Böylece ülkemiz Avrupa'dan daha fazla endemik türe sahiptir.

Tablo 1. Türkiye florasının özeti

	Doğal	Endemik	%	Yabancı	Tarım	Toplam
Kibritotları	13	1	8,00	0	0	13
Eğreltiler	73	2	2,74	0	0	73
Açık tohumlular	37	6	16,00	4	1	42
Kapalı tohumlular	11343	3640	32,09	167	69	11579
Toplam	11466	3649	31,82	171	70	11707

Türkiye'de 145 familyaya ait bitki türü bulunmaktadır. Tür sayısı bakımından en zengin familyalar sırasıyla: Poaceae, Asteraceae, Fabaceae, Brassicaceae, Lamiaceae'dir. Cinslere göre en fazla bitki türleri ise *Astragalus, Verbascum, Centaurea, Allium, Silene, Campanula, Galium, Hieracium* (Ekim ve ark. 2000).

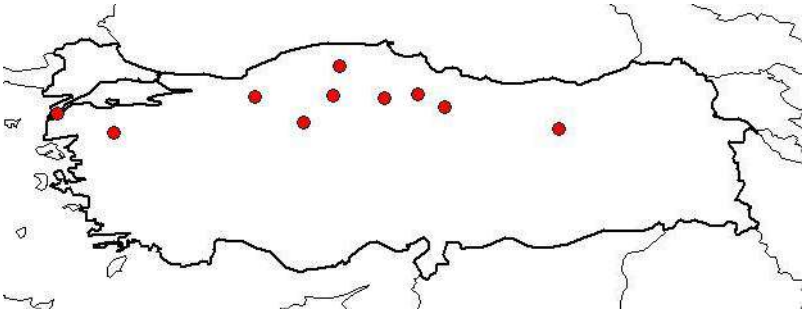
Iris rizomlu veya soğanlı bir bitkidir. Gövde az çok eksilmiş veya iyi gelişmiştir. Yapraklar çoğunlukla bazal, düz, orta damarı boyunca ikiye katlı (equitant), oluklu, 4 köşeli veya silindiriktir. Brakteler ve brakteoller kısmen veya tamamen zarımsı veya otsu, bazen yaprağa benzer. Çiçekler sapsız veya kısa saplı, tek veya birkaç çiçek simde toplanmış. Periant segmentleri 6, iyi gelişmiş bir kısa tüp ile tabanda birleşik, iki şekillidir, dıştakiler 3 (dış tepaller) genellikle tüysüz veya sakallı yarı dik tırnak şeklinde farklılaşmış ve zıt rengin lekesi ve yükselmiş merkezi bir ibik ile döşenmiş; içtekiler 3 (iç tepaller) dik, yayık veya geri kıvrık, ya iyi gelişmiş ve az çok dış segmentlere eşit ya da indirgenmiş, bazen kılsıdır. Anterler 3, dış segmentlerle karşılıklı, dış yüzden yarılır. Stilus dalları 3, petalimsidir, her dal bir stamenin ve dış tepalin tırnağı üzerinde yaysı şekilde, tepede iki loplu; stigma her bir stilusun dış yüzeyinde zarsı bir tabaka oluşturur. Tohumlar çok sayıdadır, bazen arillusludur (Davis 1984).

Bitki çok yıllıktır. Gövde yaprakları az veya çok, gövde tek veya kümeli, bazen doğrudan soğandan çıkar. Çiçekler aktinomorftur. Periant segmentleri dar bir kabza ve geniş bir dudaktan oluşur. Stigmanın üstünde stilus iki kısma ayrılır. Ovaryum 3 lokuluslu, merkezi plasentasyonludur. Meyve 3 bölmeli, lokulisit kapsül tipindedir (Güner 1979).

Iris cinsine ait rülerin çoğu süs bitkisi olarak kullanılmaktadır ve hibrittirler. Kimyasal yapıları sistematik bakımdan oldukça önemlidir (Akman vd. 2007).

Iris kerneriana Eskişehir ili İç Anadolu Bölgesinin Kuzeybatısında, 29° 58' ve 32° 04' Doğu boylamları ile 39° 06' ve 40° 09' Kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Yüzölçümü 13.901 km^2'dir. Türkiye İçinde kapladığı alan oranı % 1,7'dir. Doğuda Ankara, Güneyde Konya ve Afyon, Batıda Kütahya ve Bilecik, Kuzeyde Bilecik, Bolu ve Ankara illeri ile çevrilidir. İl merkezinin denizden yüksekliği 801 m'dir.

Iris kerneriana türüne ait Türkiye florası kayıtlarına bakıldığında A3 Bolu, A4 Çankırı, A5 Kastamonu, A6 Tokat, B1 Balıkesir, B4 Ankara, B7 Erzincan, B8 Erzurum'da görülmüştür (Şekil 1). Tür endemiktir. IUCN tehlike kategorisi LC'dir (Ekim ve ark. 2000).



Şekil 1. *Iris kerneriana* türünün Türkiye florası kayıtları

MATERYAL & YÖNTEM

Iris kerneriana Asch. & Sint. ex Baker (Iridaceae) türüne ait kök, gövde ve yaprak anatomileri, morfolojileri ve habitatı incelenmiştir. Bu türe ait yayılış alanı Eskişehir'de çeşitli lokalitelerden tespit edilerek, habitat özelikleri açısından veriler toplanmıştır.

Morfolojik çalışmalar

Eskişehir'de yayılış gösteren *Iris* cinsine ait *Iris kerneriana* Asch. & Sint. ex Baker (Iridaceae) takson toplanarak herbaryum tekniklerine göre kurutulup resimleri çekilmiştir. Örneklerin Türkiye Florası ve ilgili kaynaklar kullanılarak teşhisleri yapılmıştır. Toplanan örneklerin bir kısmı herbaryum örneği olarak ayrılmış, %70'lik etil alkolde saklanmıştır. Tür tayinleri Flora of Turkey and The East Aegean Islands esas alınarak yapılmıştır.

Anatomik çalışmalar

Olympus CX31 ışık mikroskobu ve morfolojik incelemeler herbaryum örneklerinden, anatomik çalışmalar da % 70' lik alkol içinde saklanan materyallerden yapılmıştır. Kök, gövde, yaprak enine kesitleri ve yaprak yüzeysel kesitleri bir jilet yardımı ile elle alınmıştır. Alınan kesitlerin uygun olanları entellan ile daimi preparatlar haline getirilmişlerdir. Daimi hale getirilen bu preparatlardan Nikon cihazı ile

kesitlerin farklı büyütmede fotoğrafları çekilmiştir. Transmisyon Elektron Mikroskobu (Cryo-TEM) Hitachi HT7800) ile fotoğraflarla desteklenen türler için anatomik açıklamalar hazırlanmıştır.

Ekolojik çalışmalar

Ekolojik çalışmalar için gerekli olan toprak numuneleri bitki örneklerinin alındığı alanlardan toprağın üst yüzeyi uzaklaştırıldıktan sonra 0-20 cm derinlikten yaklaşık 1 kg kadar miktarda alınıp, laboratuvarda kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Analizler standart metotlara göre analiz laboratuvarında yapılmıştır. Analiz sonuçları standart verilere göre değerlendirilmiştir.

BULGULAR

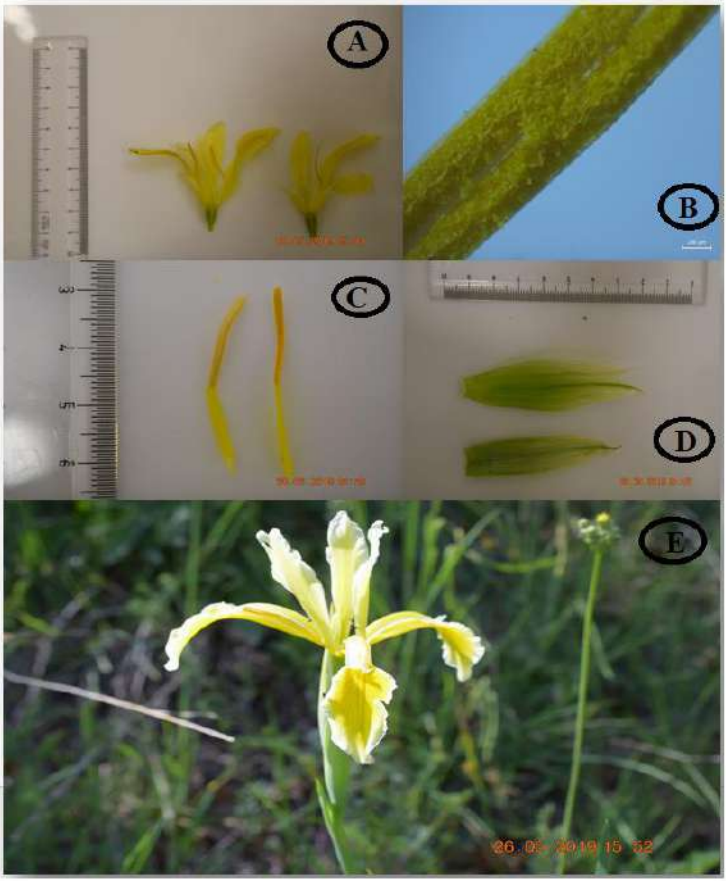
Morfolojik karakterler

Çalışmada *Iris kerneriana* Asch. & Sint. ex Baker (Iridaceae) türüne morfolojik yapıları belirlenmiş ve fotoğraflanmıştır. Türkiye florasındaki veriler ışığında (Tablo 1), bitki 20-45 cm, rizom ince, dayanıklı, yaşlı yaprakların taban kalıntılarıyla çevrilmiştir. Yapraklar 0.2-0.4 cm eninde, çiçeklenme döneminde, çiçeklerden az kısa gövde dallanmamış, uçta 2-4 çiçeklidir (Davis 1984)(Şekil 2-3). Endemik bir bitkidir. Açık sarı, krem renginde çiçekleri var. Çiçekleri Mayıs-Temmuz arasında açmaktadır. *Pinus nigra* ormanı açıklıklarındaki kayalık yamaçlarda 900-2350 m arasında yayılış göstermektedir.

6. I. kerneriana Ascherson & Sint. ex Baker, Handb. Irid. 16 (1892). Syn:/. *haussknechtii* Bornm. ex Baker,op. **eft.** 4(1892); /. *graminifolia* Freyn in Öst. Bot. Zeitschr. 44:326(1894). Map 56.

Plant 20-45(-60) cm. Rhizome slender, tough, clothed with fibrous remains of old leaf bases. Leaves 0.2-0.4(-1) cm broad, rather tough, slightly shorter than flowers at anthesis. Stem unbranched, with 2-4 terminal flowers. Bracts 6-8.5 cm, pale green with wide transparent margins, **becoming** almost wholly scarious after anthesis. Perianth tube 0.7-1 cm. Flowers cream-coloured **with** a large deep yellow zone on lamina of falls; falls **strongly recurved,** 5-6.5 cm, lamina elliptic, 2.5-3 *x* 1.2-2 cm, claw +parallel-sided, c. 3.5 *x0A* cm;stand-ards 4.5-5.5 x 0.6-1 cm; style branches c. 3.5-4 x 0.5-0.8 cm, with obtuse recurved lobes c. 0.2-0.3 x 0.2-0.3 era, Ovary with a beak 1-1.5 era. -Capsule c, 1.5-2.5 x **1-1.5** cm with a narrow beak to 1 cm. Fl *5-7. Dryish turf, or scrub, in open Pinus forests, 1150-2350 m.*

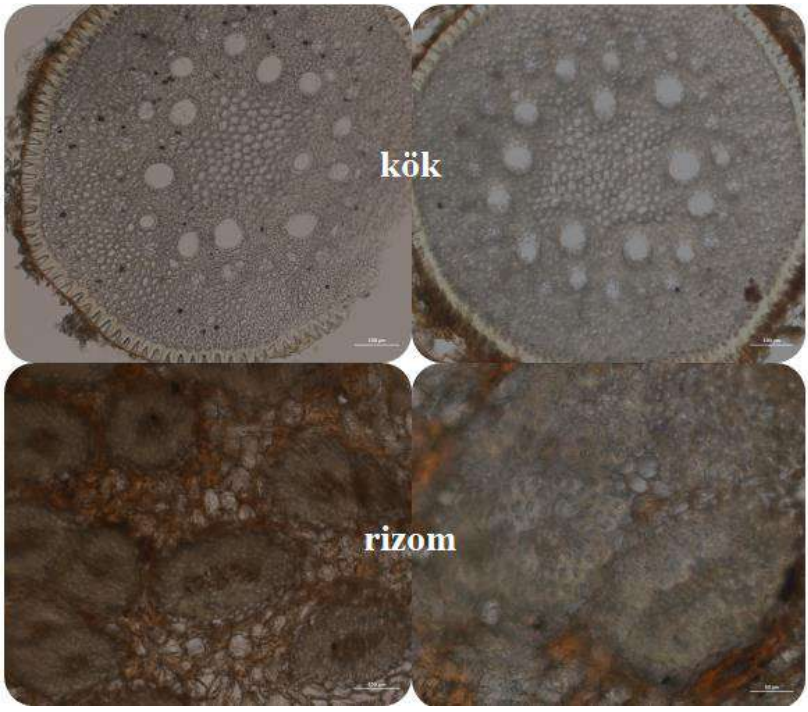
Şekil 2. *Iris kerneriana* Asch. & Sint. ex Baker (Iridaceae) Türkiye florası verileri.



Şekil 3. *Iris kerneriana* Asch. & Sint. ex Baker (Iridaceae) türünün çiçeklerinin genel görünümü ve bitkinin çeşitli kısımları.

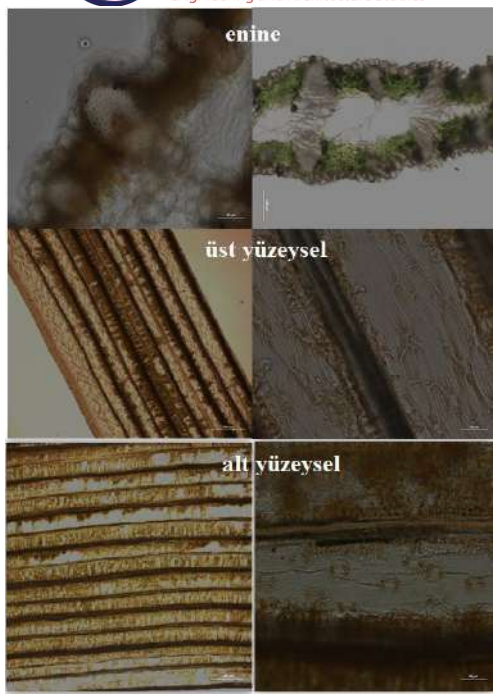
Anatomik Karakterler

Kök anatomisi incelendiğinde tek sıralı ve kübik hücrelerden oluşan epidermis tabakasının altında ekzodermis tabakası bulunmaktadır. Floem elemanları ise ksilem kolları arasında olduğu mikroskobik incelemelerle tespit edilmiştir. Gövde dıştan içe doğru epidermis, korteks ve öz bölgesinden oluşmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. *Iris kerneriana* Asch. & Sint. ex Baker (Iridaceae) türünün kök ve rizom enine kesitleri.

Yaprak anatomisi ile ilgili çalışmalarda epidermis tek sıralı ve düzenli dikdörtgenimsi oval hücrelerden oluşmaktadır. Epidermis hücrelerinin üzerini çok ince bir kutikula tabakası örtmektedir. Palizat parankiması hücreleri hemen epidermisin altında ve 3-4 tabakadan oluşmakta ve bol kloroplast içermektedir. Sünger parankima hücreleri ise palizat parankiması altındadır. Yüzeysel kesitte stoma bol miktarda bulunmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. *Iris kerneriana* Asch. & Sint. ex Baker (Iridaceae) türünün yaprak anatomik kesitleri.

Ekolojik özellikler

Bitkinin yayılış gösterdiği alandan alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre toprak pH'sı 7 civarında olup nötr özellik göstermektedir. Kireç oranı yaklaşık % 1,5 olup az kireçli özellik göstermektedir. % organik madde miktarı yüksektir. Toprak killi özellik göstermektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Bitkinin yayılış gösterdiği alandan alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları

Toplam tuz %	**0,029**	**Tuzsuz**
Ph	7,15	Nötr
Kireç	1,57	Az Kireçli
Fosfor (P_2O_5)	2,40	Çok az
Potasyum (K_2O)	225,00	Yeterli
Organik madde %	4,04	Yüksek
Tekstür %	88,00	Killi

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Eskişehir ilinde yayılış gösteren *Iris kerneriana* Asch. & Sint. ex Baker (Iridaceae) türü incelenmiştir. Bu taksonun bazı morfolojik ve anatomik karakterleri Türkiye Florası' da verilmemiştir, bazı diğer karakterlerde Türkiye florasıyla benzerlik göstererek desteklenmiştir. "Türkiye Florası" ile bulgularımız arasında çıkan bazı farklılıklar ile taksonların tanımları genişletilmiştir. Bu çalışmanın genel bulguları Türkiye Florası ve diğer flora çalışmaları ile uyumludur .Anatomik çalışmada, *Iris kerneriana*'nın kök, rizom, yapraklarının enine ve yüzeysel anatomik yapısı gözlenmiştir. Mezofil tabakası palisat ve süngerimsi parankima olarak ayrılmıştır. Sünger hücreleri yuvarlak veya ovaldir. Merkez kısmı büyük ince duvarlı parankimal hücrelerden oluşur.

Türkiye'de yayılış gösteren 43 türden biri olan *Iris kerneriana* Asch. & Sint. ex Baker (Iridaceae) taksonun anatomik bilgileri verilerek, morfolojisi ve ekolojisi hakkında bulgular tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt, L., Güney, K., Hamzaoğlu, E., Tuğ, N. (2007). Angiospermae (Kapalı Tohumlular). ISBN: 9944-341-21-5, 810 s, Palme Yayıncılık. Ankara.
2. Davis PH (ed.) (1984). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. vol.8. Edinburgh: Edinburgh Univ. Press.
3. Ekim T, Koyuncu M, Vural M, Duman H, Aytaç Z, Adigüzel N (2000) Red Data of Turkish Plants.
4. Güner, A. (1979). Türkiye'nin Bazı Yabani Iris L. Türleri Üzerinde Taksonomik Bir Çalışma. Doktora Tezi, 77 s.
5. Kılınç, M. ve Kutbay, H.G. (2007). Bitki Coğrafyası. Palme Yayıncılık, 350 s., Ankara.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

GAUSS YASASI KULLANILARAK OLUŞTURULAN FİNANSAL AKININ 2001 TÜRKİYE VE ARJANTİN FİNANSAL KRİZLERİNE UYGULANMASI

Application of The Financial Flux Created By Using Gauss Law to The 2001 Turkish and Argentine Financial Crises

Arzu Küçüker Kamberli[1] & Tolga Ulusoy[2]

1 (MA.) Kastamonu Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü
akucuker@ogr.kastamonu.edu.tr
2 (Dr.) Kastamonu Üniversitesi İ.İ.B.F. Bankacılık ve Finans Bölümü
tulusoy@kastamonu.edu.tr

Öz: Teknolojik gelişmeler ve bu gelişmeler sonucu ortaya çıkan küresel iletişim, 21. yy'lı yüksek bilişim ağ sistemiyle dünyanın tüm noktalarına büyük sermayelerin taşındığı bir zaman dilimi haline getirmiştir. Bunun bir sonucu olarak da sermaye akımlarının hareketliliği artmış ve buna bağlı olarak sermaye akışkanlığı kriz sorunlarını da beraberinde getirmiştir. İrrasyonel insan davranışları da düşünüldüğünde dünyanın bir yerinde yaşanan finansal kriz, tüm dünyayı etkisi altına alıp, ülkelerin temel problemine dönüşmüş ve araştırmacıların krizin nedenlerine ve yaşandıkları döneme ait ilgisini arttırmıştır. Finansal krizlerin karmaşık doğası ve lineer olarak açıklanamayan yapısı yeni bir disiplin olan Ekonofizikte de yer bulmuştur. Söz konusu çalışma finansal krizleri kapsamaktadır. Bu kapsamda, fizik biliminin elektrostatik bölümünden elektrik alan kavramını kullanarak küresel finans krizleri için ekonofizik yeni bir yaklaşım olarak erken uyarı modeli üzerinde çalışılmıştır. Amaç, finansal krizler öncesinde gerçekleşen, finansal kırılganlığı daha erken aşamalarda belirleyip, kamu ve özel sektör üyeleri ile politika kurucular ve iktisatçılara yardımcı olabilecek bir modeli ekonofizik yaklaşımla tanımlamaktır. Bu bağlamda, 2001 Türkiye Krizi, Hazine Müsteşarlığı ve MB'den alınan 1992-2007 dönemini kapsayan veriler ile 2001 Arjantin krizi için 1997-2007 yıllarını kapsayan dönemde IMF ve Arjantin Merkez Bankasına ait veriler söz konusu çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Ekonofizik yöntem olarak, elektrik alan hesabında kullanılan Gauss yasası ve finansal kriz öngörüsü arasında bir matematiksel ilişki kullanılmıştır. Elektrik alandaki yük hareketleri ile para hareketliliği temeline dayanan söz konusu anolojiden yararlanılarak kriz ön uyarısı için Φ(Finansal akı) kavramı tanımlanmıştır. Hesaplamalar MATLAB2013a yazılımı ile analiz edilmiş ve 2001 Türkiye ve Arjantin Krizi için hesaplanan Φ(Finansal Akı) değerlerinin kriz ön uyarısı verdiği doğrulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ekonofizik, Finansal kriz, Gauss Yasası, Fizik

Abstract: Technological developments and the resulting global communication have made the 21st century when large capitals are moved from one end to the

other via a button. As a result, the flow of capital inflows has accelerated, and capital inflow has brought with it crisis-related infectiousness. Considering the irrational human behavior, the financial crisis in the world under the influence of the whole world has turned into the basic problem of the countries and increased the interest of the researchers in the reasons of the crisis and the period in which they lived. Therefore, the complex nature of the financial crises and its linearly unexplained structure have also been included in the new discipline, econophysics. As it is known, although financial crises have prediction mechanisms, there is no definite information. In this context, in this study, using the concept of electric field from the electrostatic part of physics, an early econophysical approach for global financial crises was studied. The aim is to define a model that can take place before the financial crises, identify financial fragility at an earlier stage and help public and private sector members, policy makers and economists with an econophysical approach. 2001 Turkey crisis has been assessed with data from Turkish Central Bank which is covered between 1992 to 2007, and for 2001 Argentina crisis, data was taken from IMF and the Central Bank of Argentina from 1997 to 2007. As an econophysical method, an anology is used between the Gauss's law used in the calculation of the electric field and the forecasting of the financial crisis. The concept of Φ (Financial Flux) has been adopted for the pre-warning of the crisis by taking advantage of this anology which is based on currency movements and money mobility. For the first time used in this study Φ (Financial Flux) calculations obtained by the formula were analyzed by Matlab software, and in this context, in 2001 Turkey and Argentina Crisis for Φ (Financial Flux) crisis of values has been confirmed to give pre-warning.

Keywords: Econophysics, Financial Crisis, Gauss's Law, Physics

GİRİŞ

Fizik bilimcilerin ilgilerinin, iktisada özelliklede ekonofiziğe sebep olan olan finansal iktisada çekildiği yıllar olan 1990 'larda teknolojinin ve veri analizinin hızla gelişmesiyle fizik kullanarak finansal getirilerin dağılımları incelenmiş, fizik finans arasındaki etkileşim ekonofiziğin ortaya çıkışını hızlandırmıştır. Bu dönemde iktisat makalelerinin, fizik dergilerindeki sayısı giderek artmıştır (Roehner, 2010). Ekonofiziğin başlangıcı sayılan bu yıllarda finansla ilgili yazılar fizik dergilerinde yer bulmuştur.

Ekonofizik adı ilk olarak Stanley ve ark. ile Kolkata'da 1995'te düzenlenen bir konferansta ortaya çıkmıştır (Stanley vd., 1996). Bu mevcut olan büyük hacimli verileri ve istatistiksel fiziğin çalışma yöntemlerini kullanan finansal piyasaların istatistiksel özelliklerinin tam bir incelemesini yapmak isteyen karmaşık sistemlerin fiziği dalında kullanılan bir alan olmuştur (Mantegna ve Stanley, 1999). Ekonofizik kavramı anlam olarak, finansal ve ekonomik sistemlerin karmaşık sistemler olarak ele alındığı fizikçiler tarafından yapılan işi tanımlamak için kullanılan bir

kelimedir (Gingras and Schinckus, 2012). Bu kapsamda, ekonomide, özellikle finansal piyasalarda modellemelerde bulunabilen yeni bir disiplin ortaya çıkmıştır (Schinkus, 2010).

1996'da yayınlanan Stanley ve arkadaşlarının bu alandaki ilk çalışmaları, finansal getiri çalışmalarına Gauss olmayan bir yaklaşım geliştiren fizikçiler ve matematikçilerden çok etkilenmiştir (Kutner, vd., 2008). Yayınlanan ilk çalışmada H. Eugene Stanley ve arkadaşları ekonofizik kavramını resmi olarak ilan etmesine rağmen, Ekonofizik o zamanlar hala genç ve tam olarak açıklanamamış bir alan olmuştur. Mantegna ve Stanley (1999), ekonofiziği "*fikirleri, modelleri, kavramsal ve sayısal istatistiksel fizik yöntemlerini kullanarak nicel bir yaklaşım"* olarak tanımlamıştırlar (Jovanovic ve Schinckus, 2013).

Ekonofizik kavramının tanımlanmasından sonra ilgi alanlarını aşağıda belirtildiği gibi özetlenmiştir (Savoiu ve Siman, 2008) :

- Finansal piyasalardaki getirilerin dağılımı,
- Finansal serilerin zaman korelasyonu,
- Finansal bir piyasadaki fiyat dinamikleri ve türbülans gibi fiziksel süreçler ya da ekolojik sistemler arasındaki benzerlikler ve farklılıklar,
- Firma büyüklükleri ve büyüme oranlarının dağılımı,
- Şehir büyüklüklerinin dağılımı,
- Bilimsel buluşların dağılımı,
- Bazı inançlara bağlı olarak fiyat değişmelerindeki daha yüksek dereceden korelasyonun varlığı,
- Gelir ve servet dağılımı,
- Firmaların gelir dağılımı çalışmaları ve büyüme oranlarının istatistiksel çalışmaları.
-

Bu kapsamda söz konusu çalışmada, fiziğin elektrostatik bölümünden elektrik alan kavramını kullanarak küresel finans krizler için ekonofizik bir yaklaşım olarak erken uyarı modeli üzerinde çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

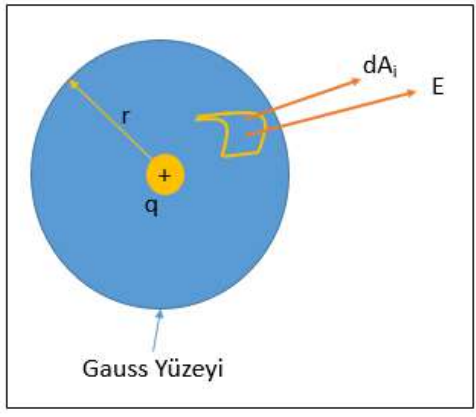
Bu çalışmada yöntem olarak, fiziğin elektrostatik bölümünden elektrik alan kavramını kullanarak küresel finans krizleri için ekonofizik bir yaklaşım olarak erken uyarı modeli üzerinde çalışılmıştır. Amaç, finansal krizler öncesinde gerçekleşen, finansal kırılganlığı daha erken aşamalarda belirleyip, kamu ve özel sektör üyelerine yardımcı olabilecek bir modeli Ekonofizik yaklaşımla tanımlamaktır. Çalışılan modelin kapsamını finansal krizler oluşturmaktadır. Finansal krizleri kapsayan söz konusu çalışmada, küresel finansal krizleri önlemede Gauss yasası modeli analiz edilip değerlendirilmektedir. Bu çerçevede, modelde kullanılacak olan

elektrik akımı yasası ve dolayısıyla Gauss yasası tanıtılıp, uygulamalı fiziğin elektrostatik bölümünden elektrik alan (Gauss Law) kavramını kullanarak küresel finans krizlerini öngörmeyi modellemek için Ekonofizik yaklaşımda bulunulmuştur. Bu amaç doğrultusunda, söz konusu yaklaşım çerçevesinde krize yol açan etkenlerin analiz edilmesinden sonra Φ(Finansal Akı) 'in kriz öngörüsünde nasıl kullanılacağı belirlenip, finansal krizler için kısa vadede belirsizliği ortadan nasıl kaldıracağı bir ekonofizik denklem ve model ile gösterilmektedir. Bu kapsamda, ekonofiziğin yeni bir uygulaması olarak finansal krizler için erken uyarı sistemi olarak gauss yasası modeli tanımlanmaktadır. Bu çerçevede, Gauss yasasına değinildikten sonra ekonofiziğin yeni bir uygulaması olarak finansal krizler için erken uyarı sistemi olarak gauss yasası modeli tanımlanmaktadır.

Gauss Yasası

Bu bölümde, kapalı bir yüzeyden geçen elektriksel akı ile yüzey içerisinde kalan elektriksel yük arasındaki genel bağlantı açıklanmaktadır. Elektromanyetizma anlayışımızın temelini oluşturan dört Maxwell denklemlerinden biri olarak tanınan bu bağlantı (Gauss yasası), yüksek simetrili bölgelerde yük dağılımının elektrik alan hesabında büyük öneme sahiptir. Bu yöntemle, problem Gauss yüzeyi denilen bir yüzeyle sınırlandırılarak daha kolay bir şekilde çözüldüğü için karma sistemlerde elektrik alan hesabı daha kolay olmaktadır. Gauss yüzeyi matematiksel bir yüzey olup, herhangi bir gerçek fiziksel yüzeyle çakışma gereği duymaz (Serway and Beichner, 2000; Çev. Ed. Çolakoğlu, 2009).
Örneğin, küresel bir kabuk için Gauss yüzeyi çizilerek simetriye göre alan denklemi ifade edilir. Bu durum Figür 1'de açıkça belirtilmektedir.

Figür1. Bir q nokta yükünü saran r yarıçaplı küresel bir Gauss yüzeyi



Gauss yüzeyinden geçen net elektrik akı, E simetri nedeniyle yüzey üzerinde sabit ve $E = k_e {}^{q}/_{r^2}$ olduğu için integral dışına alınırsa,

$$\Phi_E = \oint E.dA = E \oint dA \qquad (2.1)$$

şeklinde hesaplanır.

Burada yüzey küresel olduğu için $\oint dA = A = 4\pi r^2$ şeklinde integral dışına çıkar ve $k_e = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ olduğu da dikkate alınıp, bu sonuçlar bir araya getirildiği zaman gauss yüzeyinden geçen net akı,

$$\Phi_E = \oint E.dA = \frac{q_{iç}}{\varepsilon_0} \qquad (2.2)$$

$$\Phi_E = \frac{q_{iç}}{\varepsilon_0} \qquad (2.3)$$

olarak yazılır, ki bu da Gauss yasasıdır. Burada $q_{iç}$, yüzey üzerindeki net yükü, E ise gauss yüzeyinim hem iç hem de dışındaki yüklerden kaynaklanan elektrik alanı ifade etmektedir.

Ekonofiziğin Bir Uygulaması: Küresel Finans Krizleri İçin Erken Uyarı Sistemi Olarak Gauss Yasası Modeli 2001 Türkiye ve Arjantin Krizi Örneği

Hem krizi yaşayan ülkeye hem de diğer ülkelere makroekonomik ve mikroekonomik açıdan çeşitli zararlar veren finansal kriz kavramına olan ilgi, özellikle 1980 sonrası dönemde çıkan küreselleşme dediğimiz unsurla giderek artmıştır. Bu kapsamda, gerek politika kurucular gerekse iktisat çevreleri, kriz sonrası yaşanan bozulmaların tamir edilmesinin maliyetinin giderek artması ve yaşanan kriz nedeniyle oluşan olumsuzlukların düzeltilmesinin zorlaşması nedeniyle iyi işleyen bir erken uyarı sistemi üzerine yoğunlaşıp çeşitli çalışmalar yapmışlardır. Bu çerçevede, ekonofizikçilerin makro ve mikroperspektifle tüm etkileşimleri dikkate aldığı ekonofizik yaklaşım karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu kapsamda, finansal krizler için bir erken uyarı sistemi olarak (Gauss yasası) yeni bir ekonofizik modeli önerilip ekonofizik çerçevede analiz edilip değerlendirilecektir. Bu çerçevede amaç, akademisyenler, finansçılar ve politika kurucular için finansal kriz konusundaki kırılganlığı daha erken aşamalarda belirleyecek yeni bir yaklaşımın tanımlanmasıdır. Bu doğrultuda, elektrik alan hesabında kullanılan Gauss yasası ve finansal kriz öngörüsü arasında bir anoloji kullanılıp, önerilen modeldeki değişkenlerin ekonomi terimleri açısından karşılıkları analiz edilip yorumlanacaktır. Söz konusu analoji, elektrik alandaki yük hareketleri ile para hareketliliği temeline dayanmaktadır.

Bu çalışmada tek ülkeli bir model oluşturulup 2001 Türkiye Krizi analiz edilmiştir. Bu çerçevede, iç ve dış finans faktörleri olmak üzere üç tür değişken kullanılmıştır. Hazine Müsteşarlığı ve MB'den alınan 1992-2007 dönemini kapsayan veriler kullanılmıştır. Ayrıca 1997-2007 yıllarını kapsayan dönemde Arjantin için Finansal Akı hesaplanmıştır. Bu hesaplamaya ait veriler IMF ve Arjantin Merkez Bankasına aittir. Hesaplamaların analizi Matlab2013a programında grafik halinde analiz edilmiştir.

Finansal Akının Tanımlanması

Önerilen modelde A kapalı alanı makro ve mikroekonomik sistemin finansal kaynaklarını sağlayan ülke, elektrik alan rezerv hareketliliği, elektrik alan çizgileri rezervlere dayalı yatırımlar, elektrik alanın kaynağı olan yükler $q_{iç}$ merkez bankasına ait brüt rezerv miktarı, ortamın elektrik geçirgenliği olan $\varepsilon_0$ülkenin toplam dış borcu/GSYİH, elektrik akı kavramı Φ ise finansal akı olarak isimlendirilebilir. Bu çerçevede denklem (2.2) 'a benzer şekilde bir denklem yazılır:

$$\Phi(\text{Finansal akı}) = \frac{\text{q}_{\text{iç}}(\text{toplam rezerv miktarı})}{\varepsilon_0(\text{ülkenin toplam dış borcu/GSYİH})} \qquad (2.4)$$

Finansal krizlerde tüm faktörler birbirini etkiler, dolayısıyla statik bir görüş bildirmek anlamsızdır. Bu çerçevede, (2.4) deki gibi bir anoloji, karmaşık ilişkiler yapısını üç değişkene indirgeyerek basitleştirir.

Gauss yasasında, kapalı bir sistem içerisindeki toplam yükü ifade eden $q_{iç}$ parametresi, ekonofiziksel yaklaşımda, MB'deki toplam rezerv miktarını ifade etmektedir.

2010 yılında yayınlanan, Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfının ''Geçmişten Günümüze Türkiye'de Dış Borçlar'' çalışmasında, ekonominin genel kredibilitesini ölçmede kullanılan toplam dış borç/GSYİH oranı, ekonomik kriz göstergesi olarak sunulmuştur (Karagöl, 2010). Yine bir diğer çalışmada Goldstein vd.,(2000) tarafından bankacılık ve para krizleri göstergelerinden biri olarak toplam dış borç/GSYİH oranını tanımlanmıştır. Eşitlik (2.4)'de payda kısmında yer alan fizikte elektriksel geçirgenliği ifade eden ε_0'ın yerine toplam dış borç/GSYİH oranı kullanılmıştır. Dolayısıyla toplam dış borç/GSYİH oranı arttıkça finansal akı azalacak, bunun sonucunda da finansal kriz riski artacaktır. Toplam dış borç/GSYİH oranı, azaldıkça da finansal akı değeri artacak, bunun sonucunda da finansal kriz riski azalacaktır.

Burada Φ (Finansal Akı), finansal krizler için bir ön uyarı göstergesi olarak düşünülmüştür. Bu çerçevede, Türkiye Cumhuriyet Merkez

Bankası verileri ile Hazine ve Maliye Bakanlığı'na ait ülkenin toplam dış borcu/GSYİH verileri 1992- 2007 dönemi için (2.4) 'deki eşitliğe uygulanmıştır. Bu hesaplama sonucunda ortaya çıkan ön uyarı göstergesi Tablo 1'de gösterilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

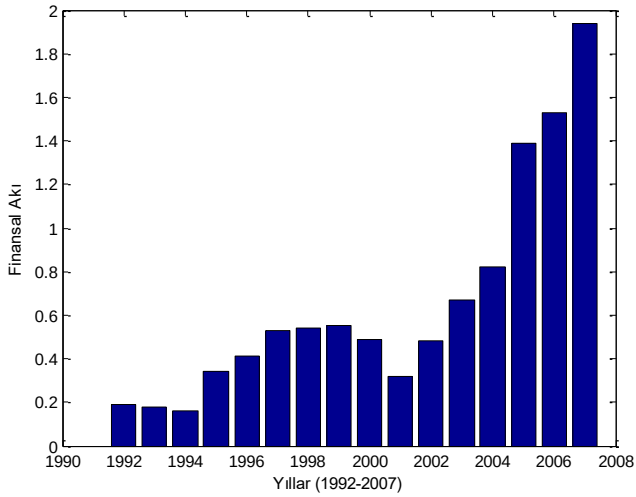
Hazine ve Maliye Bakanlığı ile TCMB'nın internet sitesinden alınan veriler ile Denklem (2.4) çerçevesinde Türkiye için finansal akı değerleri hesaplanmış ve Tablo 1'de sunulmuştur.

1992-2007 yıllarına karşılık gelen Türkiye'ye ait finansal akı verilerinin olduğu grafikten görüldüğü üzere Türkiye'de olmuş olan 1994 ve 2001 krizlerine bakılacak olunursa, bu formüle göre bu yıllarda finansal akı değerinin minimum değeri aldığı görülmüştür. Bu kriz yıllarından önceki yıllar incelenecek olursa 1994 için 1992 ve 1993 yıllarında finansal akı değerinin azalış trendinde olduğu, aynı şekilde 2001 krizi için 1999 ve 2000 yıllarında yine azalış trendinde olduğu görülmektedir. Bu analiz sonucunda, 2 yıl üst üste, finansal akı değerinde bir azalış meydana geldiğinde üçüncü yıl kriz olduğu görülmektedir.

Tablo 1.*1992-2007 arası Türkiye'ye ait olan veriler ve hasaplamalar (Hazine müsteşarlığı ve TCMB'nin internet sitesinden alınmıştır).*

Yıllar	GSYİH	Borç	Türkiye	Rezervler	$\Phi(Finansal\ Akı)$
1992	158.5	58.595	27,8	5.5	0.19
1993	180.1	70.512	29,6	5.5	0.18
1994	130.7	68.705	38,8	6.3	0.16
1995	169.5	75.948	33,6	11.4	0.34
1996	181.5	79.299	32,6	13.5	0.41
1997	189.8	84.356	33,2	17.5	0.53
1998	275.7	96.351	34,7	18.8	0.54
1999	255.9	103.123	40.7	22.5	0.55
2000	273.0	118.602	43.6	21.5	0.49
2001	200.3	113.592	56.5	18.2	0.32
2002	238.5	129.601	54,8	26.4	0.48
2003	311.8	144.179	45,9	30.8	0,67
2004	404.8	161.160	40,0	32.8	0.82
2005	501.4	170.781	34,2	47.8	1.39
2006	552.5	208.007	38,0	58.3	1.53
2007	675.8	249.932	36,9	71.6	1.94

Figür 1. 1992-2007 yıllarına karşılık gelen Türkiye'ye ait finansal akı verileri



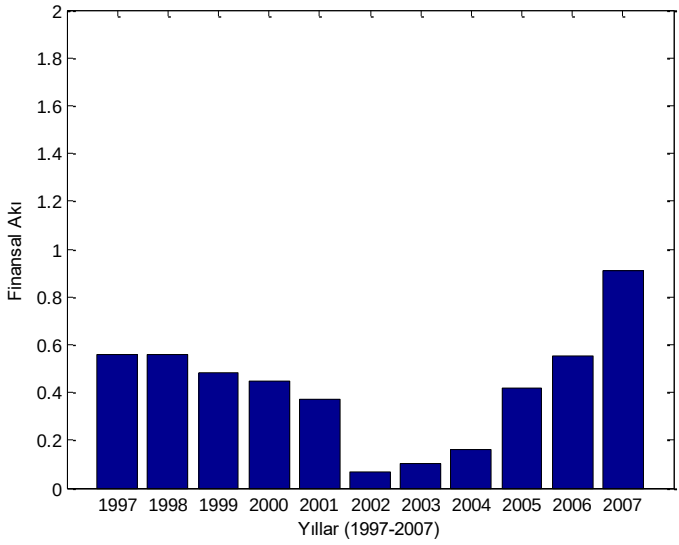
Figür 1'de görüldüğü üzere Türkiye'de ortaya çıkan 2001 finansal krizinin tahmini için, 2000 yılına ait finansal akı değeri bir önceki yıla göre azalış gösterdiğinden, bu modelde krizin öncül göstergesi olarak düşünülebilir. Aynı durum 1994 Türkiye krizi içinde geçerlidir.

Tablo 2. *1997-2007 arası Arjantin'e ait olan veriler ve hesaplamalar (IMF, Arjantin Merkez Bankası).*

Yıllar	Arjantin Brüt	Rezervler (Brüt) $	$\Phi(Finansal\ Akı)$
1997	32.66	18.4	0.56
1998	35.2	19.6	0.56
1999	40.1	19.2	0.48
2000	42.06	18.8	0.45
2001	49.44	18.3	0.37
2002	152.11	10.3	0.07
2003	128.56	13.5	0.1
2004	117.12	19.5	0.16
2005	66.94	28.4	0.42
2006	58.62	32.1	0.55
2007	50.84	46.3	0.91

IMF ve Arjantin Merkez Bankası'nın internet sitesinden alınan veriler ile Denklem (2.4) çerçevesinde Arjantin için finansal akı değerleri hesaplanmış ve Tablo 2'de sunulmuştur.

Figür 2. 1997-2007 yıllarına karşılık gelen Arjantin'e ait finansal akı verileri



Figür 2. analiz edilecek olursa, 2001 krizi için, yine Türkiye de olduğu gibi, 1997 ve 1998'de finansal akı artışı sonrasında, 1999 ve 2000'de 2 azalış yılına takiben 2001'de kriz ortaya çıkmış ve Türkiye'nin aksine kriz 2002 yılında da devam etmiş ve finansal akı değeri, en düşük değerini almıştır. Grafikten de görüleceği üzere, Arjantin ekonomisinde 2003 ve 2004 yıllarında sınırlı ekonomide sınırlı toparlanmaya müteakiben, 2005 yılı ve sonrasında Arjantin Merkez Bankası'nın brüt rezervlerindeki artışa bağlı olarak hızlı bir yükseliş görülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, fiziğin elektrostatik alanından, elektrik alan kavramını kullanarak ülkelerin finans krizleri için ekonofizik yeni bir yaklaşım olarak erken uyarı modeli analizi amaçlanmıştır. Bu amaçla, elektrik alan hesabında kullanılan Gauss yasası ve finansal kriz öngörüsü arasında bir anoloji kullanılıp, önerilen modeldeki değişkenlerin ekonomi terimleri açısından karşılıkları elektrik alandaki yük hareketleri ile para hareketliliği temeline dayandırılarak analiz edilip uygulanmıştır. Söz konusu anoloji, 2001 Türkiye ve Arjantin Krizleri için analiz edilmiştir. Bu kapsamda, iç ve dış finans faktörleri göz önünde bulundurularak üç tür değişken kullanılmıştır. Bu çerçevede, önerilen modelde A kapalı alanı, makro ve mikroekonomik sistemin finansal kaynaklarını sağlayan ülke, elektrik alan, rezerv hareketliliği, elektrik alan çizgileri rezervlere dayalı yatırımlar,

elektrik alanın kaynağı olan yükler $q_{iç}$, merkez bankasına ait brüt rezerv miktarı, ortamın elektrik geçirgenliği olan ε_0, ülkenin toplam dış borcu/GSYİH, elektrik akı kavramı Φ ise finansal akı olarak isimlendirilmiştir. Bu anolojiye dayandırılarak denklem (2.4), denklem (2.3)' a benzer şekilde hesaplanmıştır.

Denklem (2.4)'deki finansal akı, Türkiye için, ,lgili kurumşarın veritabanlarından alınan 1992-2007 dönemini kapsayan veriler ile Arjantin için, 1997-2007 dönemini kapsayan dönem için IMF ile Arjantin Merkez Bankası verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

Söz konusu olan bu çalışma ve çalışma sonucu elde edilen Φ(Finansal akı) değeri ile bu değer sonucu ortaya çıkan bulguları özetlemek gerekirse;

1. Ekonomik krizler için, tüm faktörler birbirini etkilediğinden statik bir görüş bildirmek çok zordur. Bu çerçevede söz konusu olan yaklaşımın avantajı, bu karmaşık ilişkiler yapısını üç değişkene indirerek yeni bir bakış açısı sunarak ekonofizik açısından çözüm üretmesidir. Söz konusu çözüm üretilirken ekonomi ve fizik disiplinlerinin bilgi birikiminden faydalanılmıştır.
2. Söz konusu olan bu çalışmanın dezavantajı, kullanılan verilerin yıllık olmasıdır. Çünkü kullanılan yıllık veri, ani ve beklenmedik bir anda ortaya çıkan kriz olgusu için önceden tahmin edilebilirlik gücünü azaltmaktadır.
3. Kriz göstergesi olarak sunulan Φ(Finansal akı) kavramının, (2.4) ile orantılı olduğu gösterilmiştir. Burada Φ(Finansal akı), toplam rezerv miktarını temsil eden $q_{iç}$ ile doğru, ülkenin toplam dış borcu/GSYİH'sını temsil eden ε_0 ile ters orantılı olarak değiştiği gösterilmiştir.
4. Önerilen model ve denklem (2.4), kesin bir bilim ve aynı zamanda doğa yasası olan fizik kanunlarına dayanarak geliştirilen matematiksel ifadenin ekonofizik açısından karşılığını temsil etmektedir. Dolayısıyla bu iktisat yasasının doğrulanması, kesin bir bilimsellik ve doğa yasalarıyla uyumlu olan fizik kanunlarına dayandırılarak bu denklemin geçerliliğini destekler ki bu da şimdiye kadar yapılan kriz analizi süreci için yeni bir ekonofizik yaklaşım sunmaktadır.
5. Figür 1 'de görüldüğü üzere Türkiye'de ortaya çıkan 2001 finansal krizinin tahmini için, 1999 ve 2000 yılına ait finansal akı değerlerine bakıldığında 1999 yılından önceki yıllardaki finansal akı değerindeki artışa zıt olarak 1999 ve 2000 yıllarında finansal akı değerinde azalış gözlemlenmiştir. Dolayısıyla birbirini takip eden iki yıllık azalış sonucundaki üçüncü yıl 2001 finansal frizi meydana gelmiştir. Aynı durum 1994 Türkiye mali krizi içinde geçerlidir.

1994 krizinde de 1992-93 finansal akı değerinde azalış gözlemlenmiştir.

6. Figür 2 'de görüldüğü üzere Arjantin'de ortaya çıkan 2001 finansal krizinin tahmini için, 1999 ve 2000 yılına ait finansal akı değerlerine bakıldığında 1999 yılından önceki finansal akı değerindeki artışa zıt olarak 1999 ve 2000 yıllarında finansal akı değerinde azalış gözlemlenmiştir. Dolayısıyla birbirini takip eden iki yıllık azalış sonucundaki üçüncü yıl 2001 finansal krizi meydana gelmiştir.
7. Sonuç olarak, hesaplanan Φ(Finansal akı) değeri ve bu değer sonucu ortaya çıkan göstergeler, krizlere karşı öncü göstergelerin ayrımını detaylı bir şekilde yapabilmek için kesinlikle yeterli değildir, çünkü prensip olarak fizikçiler her şeyi kuantum elektrodinamik yasalarıyla hesaplayacaklarını düşünülse de insan davranışları denklemlerle hesaplanamaz. İnsan davranışları irrasyonelitesi içinde fizik ile birlikte daha detaylı araştırmalar yapılması gerekmektedir.

ÖNERİLER

Türkiye ve Arjantin için hesaplanan Finansal akı değerleri yıllık veriler kullanılarak yapılmıştır. Konunun önemi ve hassasiyeti göz önünde bulundurulduğunda, daha sonra bu konuda çalışma yapmak isteyecek olan araştırmacı ve uygulayıcılar, yapılan bu hesaplamaları aylık veya çeyreklik bazında elde edilebilirse geleceğe yönelik daha net ve öngörü gücü daha yüksek sonuçlara ulaşabilirler. Bu çalışmada, finansal krizler için ekonofizik yaklaşımla sunulan bu model, literatürde yer alan matematik ve istatistiksel modellemeye dayalı diğer finansal kriz öngörü modelleriyle karma bir model geliştirilebilir. Bu model, krizin çıkma olasılığı daha yüksek olan ülkeler ve daha az olan ülkeler arasında kıyaslama yapmak ve belirli bir ülkenin kriz kırılganlığındaki artış ya da azalışı belirlemede yardımcı olabilir.

KAYNAKLAR

1. Roehner, B.M. (2010). "Fifteen Years of Econophysics: Worries, Hopes and Prospects". 10/02/2012 tarihinde http://arxiv.org/pdf/1004.3229.pdf adresinden alınmıştır.
2. Stanley, H.E., Afanasyev, V., Amaral, L., Buldyrev, S., Goldberger, A.L., Havlin, S., Leschhorn, H., Maass, P., Mantegna, R., Peng C.K., Prince, A., Salinger, M.A., Stanley, M., & Viswanathan, G.M. (1996). Anomalous fluctuations in the Dynamics of complex systems :from DNA and physiology to econophysics, PhysicaA 224 (1996)302–321.
3. Mategna, R. & Stanley, E. (1999). An Introduction to Econophysics : Correlation and Complexity in Finance, Cambridge University Press,Cambridge, 137.

4. Gingras, Y. & Schinckus, C. (2012). The institutionalization of econophysics in the shadow of physics. J.Hist.Econ, 34 ,109–130.
5. Schinkus, C. (2010). Is Econophysics a new discipline? PhysicaA, 389(18)(2010)3814–3821.
6. Mategna, R. & Stanley, E. (1999). An Introduction to Econophysics : Correlation and Complexity in Finance, Cambridge University Press,Cambridge, 137.
7. Jovanovic, F. & Schinckus, C. (2013). The Emergence of Econophysics: A New Approach in Modern Financial Theory. History of Political Economy, 45 (3): 443-474. 22/08/2017 tarihinde https://doi.org/10.1215/00182702-2334758. adresinden alınmıştır.
8. Gheorghe, S. & Siman, I.I. (2008). "Some Relevant Econophysics" Moments of History, Definitions, Methods, Models and New Trends". Romanian Economic and Business Review, V.03, No: 03, 29 – 41.
9. Serway, R.A., & Beichner, R.J. (2000). Physics For Scientists and Engineers with Modern Physics, 5^{th} Edition, Saunders College Publishing .ISBN: 0-03-022657-0; 5. Baskıdan çeviri, Çeviri editörü Prof Dr. Kemal Çolakoğlu, Palme yayıncılık, Ankara 2009.
10. Spanulescu, I., Popescu, I., Stoica, V. & Gheorghiu, A. (2012). An Econophysics Model for Investments using the Law of the Electric Field Flow (Gauss' Law). 22/08/2017 tarihinde https://mpra.ub.uni-muenchen.de/46900/1/MPRA_paper_46900.pdf adresinden alınmıştır.
11. Kutner, R., & Grech, D. (2008). Report on foundation and organization of econophysics graduate courses at faculty of physics of University of Warsaw and department of physics and astronomy of the Wroclaw University. *Acta Physica Polonica-Series A General Physics*, *114*(3), 637.
12. Goldstein, M., Kaminsky, G. L., & Reinhart, C. M. (2000). *Assessing financial vulnerability: an early warning system for emerging markets*. Peterson Institute. http://www.academia.edu/download/30359604/goldstein_1999_(ch._1).pdf adresinden alınmıştır.
13. Karagöl, E., Tanas (2010). Geçmişten Günümüze Türkiye'de Dış Borçlar. SETA Analiz, Sayı, 26, 2010. http://file.setav.org/Files/Pdf/gecmisten-gunumuze-turkiyede-dis-borclar.pdf

URL-1, https://www.tcmb.gov.tr/

URL-2, https://www.hmb.gov.tr/

URL-3, https://www.imf.org/en/Data

URL-4, http://www.bcra.gov.ar/Institucional/Contacto-para-Periodistas_i.asp

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

A CHARGED PARTICLE in a CONSTANT MAGNETIC FIELD: PERTURBATIVE TREATMENT

Altuğ Arda*
**Hacettepe University, Faculty of Education,*
arda@hacettepe.edu.tr

Abstract: We search the energy eigenvalues of a spinless, charged particle in a constant magnetic field under the effect of Coulomb potential within the Rayleigh-Schrödinger perturbation theory. We give the analytical results in closed form, which clarifies the dependence of perturbative results on the adjustment parameter.

Keywords: Rayleigh-Schrödinger perturbation theory, charged particle, magnetic field, energy eigenvalues, adjustment parameter

Introduction

It seems that in most of physical theories there are two fundamental approaches to understand them. In an approach, one is face to formulate equations that describe the system and solve them exactly. On the other hand, one must obtain approximate solutions to the equations, because equations are very complicated and their solutions can be handle only for simplified part of the actual situation (Merzbacher, 1998). The perturbation theories are examples of this approach in quantum mechanical problems (Merzbacher, 1998). Some major perturbative problems in quantum mechanics which are also well studied in textbooks are hydrogen atom in electromagnetic fields (Sakurai and Napolitano, 2014), motion of an electron in a many-electron atom (Merzbacher, 1998), anharmonic oscillator, and an electron in a periodic lattice (Liboff, 2014).

One of the approximation methods is time-independent perturbation theory which is known also the Rayleigh-Schrödinger theory (Sakurai ve Napolitano, 2014). This theory is time-independent because one assumes that parts of the Hamiltonian of whole system are time-independent (Merzbacher, 1998; Landau ve Lifshitz, 1989). It is possible to find approximate solutions to the problem within this formalism by constructing on the solutions to the unperturbed part, whose eigenvalues and eigenstates are known exactly, of the actual system (Grifffiths, 1995).

In the present work, we obtain analytical results for the eigenvalues of the Schrödinger equation for a charged, spinless particle in a constant magnetic field, and affected by Coulomb potential by using Rayleigh-Schrödinger perturbation theory. This problem has been studied offering the wave function as an infinite polynomial series including also asymptotic parts (Taut, 1995). The same problem has been analyzed by

using factorization method within quasi-exact solvable problems in quantum mechanics (Chiang and Ho, 2001). The technique based on writing the wave function as an infinite series has been then used by several authors for different problems (Arda and Sever, 2010; Dong, 2000).

The present paper is organized as follows. We present the basic equation describing a charged particle in a constant magnetic field, and in Coulomb field. We find the perturbative results for the bound states up to second order by using Rayleigh-Schrödinger perturbation theory, which exposes the effect of adjustment parameter (λ) on energy eigenvalues. Such parameters are used in the time-independent perturbation theory to control the divergences of the infinite series of energy and wave function (Fanelli and Struzynski, 1983).

Basic Equations

The possible external interactions of a non-relativistic charged particle are limited because of invariance under the Galilei transformations (Ballentine, 1998). On the other hand, the interaction of the particle with the electromagnetic field is written in terms of particle's charge Q. So, the Hamiltonian should have the form (Ballentine, 1998)

$$H = \frac{1}{2M}\left(\vec{p} - \frac{Q}{c}\vec{A}\right)^2 + Q\chi \qquad (1)$$

where c is the speed of light, M is the mass, χ and $\vec{A}$ are scalar and vector potentials, respectively (Landau and Lifshitz, 1989). It is worth to say that an extra term appears in Hamiltonian as a potential energy if the particle has a spin because the intrinsic magnetic moment of the particle interacts with the magnetic field (Landau and Lifshitz, 1989).

Setting the second term in (1) as a spherical symmetric potential $V(r)$ gives the Schrödinger equation

$$\left[\frac{1}{2M}\left(-i\hbar\vec{\nabla} - \frac{Q}{c}\vec{A}\right)^2 + V(r)\right]\psi(\vec{r},t) = i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\psi(\vec{r},t) \qquad (2)$$

We assume here a constant magnetic field which means $\vec{A} = -\frac{1}{2}\vec{r} \times \vec{B}$, ignore the spin, and take the wave function in cylindrical coordinates as

$$\psi(\vec{r},t) = \frac{e^{im\theta}}{\sqrt{2\pi}}\frac{R(r)}{\sqrt{r}}e^{-iEt}, m = 0, \pm1, \pm2, \ldots \qquad (3)$$

we obtain the radial part of the time-independent equation

$$\frac{d^2}{dr^2} + \left\{-\frac{m^2 - \frac{1}{4}}{r^2} - \omega^2 r^2 - 2m\omega + 2[E - V(r)]\right\}R(r) = 0 (4)$$

by using the Coulomb gauge. In Eq. (4), $\omega = B/2c$ is the Larmor frequency, E is the total energy of the electron, and m is the quantum number related with orbital motion ($\hbar = M = Q = 1$).

Inserting the Coulomb potential as $V(r) = Z/2r$, and re-arranging Eq. (4), we obtain

$$\left[\frac{d^2}{dr^2} - \frac{L}{r^2} - \omega^2 r^2 + \frac{Z}{r} + 2(E - m\omega)\right] R(r) = 0 \qquad (5)$$

with $L = m^2 - 1/4$. The Hamiltonian can be written as a sum of the followings

$$H^{(0)} = \frac{d^2}{dr^2} - \frac{L}{r^2} + \frac{\lambda}{r} + 2(E - m\omega)$$
$$H^{(1)} = \frac{Z - \lambda}{r}$$
$$H^{(2)} = -\omega^2 r^2 \qquad (6)$$

with the adjustment parameter. $H^{(0)}$ is the unperturbed Hamiltonian, $H^{(1)}$ and $H^{(2)}$ are perturbated parts.

In order to solve the unperturbed part

$$H^{(0)}\psi^{(0)} = E_n^{(0)}\psi^{(0)} \qquad (7)$$

we prefer the wave function

$$R(r) = e^{-a_1 r} r^{|m|+1/2} u(r) \qquad (8)$$

where we take into account asymptotic behaviors, and $a_1^2 = 2(m\omega - E)$. Inserting Eq. (8) into Eq. (7) gives

$$r\frac{d^2u(r)}{dr^2} + [2|m| + 1 - 2a_1 r]\frac{du(r)}{dr} - \left[2a_1\left(|m| + \frac{1}{2} - \lambda\right)\right]u(r) = 0 \qquad (9)$$

Comparing with the Kummer's differential equation (Abramovitz and Stegun, 1972)

$$x\frac{d^2y(x)}{dx^2} + (c - x)\frac{dy(x)}{dx} - ay(x) = 0 \qquad (10)$$

we write the solution of Eq. (9) as

$$u(x) \sim {}_1F_1\left(|m| + \frac{1}{2} - \frac{\lambda}{2a_1}; 2|m| + 1; x\right) \qquad (11)$$

with $r = x/2a_1$. ${}_1F_1$ is known as hypergeometric functions of the first kind (Abramovitz and Stegun, 1972). The physical acceptable solutions are obtained if we write

$$|m| + \frac{1}{2} - \frac{\lambda}{2a_1} = n, n = 0, 1, 2, \ldots \qquad (12)$$

where n is the principal quantum number. With the help of Eqs. (11) and (12) we write

$$R(x) \sim \frac{n!\,\Gamma(\alpha + 1)}{\Gamma(n + \alpha + 1)} e^{-x/2} x^{(\alpha+1)/2} L_n^{\alpha}(x) \qquad (13)$$

$$E_n^{(0)} = m\omega - \frac{1}{2}\left[\frac{\lambda}{2\left(n+|m|+\frac{1}{2}\right)}\right]^2 \qquad (14)$$

with $\alpha = 2|m|$, $\Gamma(n) = (n-1)!$, and $L_n^{\alpha}(x)$ are the associated Laguerre polynomials (Landau and Lifshitz, 1989). We give the unperturbed eigenfunctions as

$$\psi_n^{(0)}(x,\theta) = A_n\sqrt{2a_1}\frac{n!\,\Gamma(2|m|+1)}{\Gamma(n+2|m|+1)}\frac{e^{im\theta}}{\sqrt{2\pi}}e^{x/2}x^{\alpha/2}L_n^{\alpha}(x) \qquad (15)$$

With a normalization constant A_n, which is calculated from the normalization condition

$$\int_V \left[\psi_n^{(0)}(x,\theta)\right]^* \left[\psi_n^{(0)}(x,\theta)\right] dV = 1 \qquad (16)$$

Where dV is the volume element in polar coordinates. Inserting Eq. (15) into (16) we obtain

$$A_n = \sqrt{\frac{2a_1}{[\Gamma(\alpha+1)]^2} I_{nn}^1} \qquad (17)$$

Where the integral I_{nn}^1 in last equation is given in Appendix.

Perturbative Energy Eigenvalues

According to the Rayleigh-Schrödinger perturbation theory we write the perturbative energy eigenvalues up to second order as

$$E_n = E_n^{(0)} + E_n^{(1)} + E_n^{(2)} \qquad (18)$$

Where $E_n^{(1)}$ and $E_n^{(2)}$ are first and second order corrections to the energy eigenvalues, respectively (Merzbacher, 1998; Sakurai and Napolitano, 2014; Landau and Lifshitz, 1989), and given

$$E_n^{(1)} = H_{nn}^{(1)} = < n|H^{(1)}|n > \qquad (19)$$

$$E_n^{(2)} = H_{nn}^{(2)} + \sum_{i\neq n}\frac{|H_{ni}^{(1)}|^2}{E_n^{(0)} - E_i^{(0)}}$$

$$= \underbrace{< n|H^{(2)}|n >}_{(E_n^{(2)})_I} + \underbrace{\sum_{i\neq n}\frac{|H^{(1)}|^2}{E_n^{(0)} - E_i^{(0)}}}_{(E_n^{(2)})_{II}} \qquad (20)$$

Where $|n>$ denotes $\psi_n^{(0)}$ given in Eq. (15) for simplicity. With the help of Eq. (6), we write $E_n^{(1)} = 2a_1(Z-\lambda)\left\langle n\left|\frac{1}{x}\right|n\right\rangle$, and $H_{nn}^{(2)} = -\left(\frac{\omega}{2a_1}\right)^2 < n|x^2|n >$.

Using the details given in Appendix in Eqs. (19)-(20), and after some calculations, we obtain

$$E_n = E_n^{(0)} + E_n^{(1)} + E_n^{(2)}$$
$$= m\omega - \frac{1}{2}\left[\frac{\lambda}{2(N+|m|)}\right]^2$$
$$+8a_1^3(Z-\lambda)\frac{N+|m|-1}{(N+|m|)(N+2|m|-1/2)(N+2|m|-3/2)}$$
$$+\frac{\omega^2}{2}\frac{(2N-1)(N+2|m|)}{N+|m|}+\frac{1}{2}\left[\frac{16a_1^3(Z-\lambda)}{\lambda}\right]^2\left(N-\frac{3}{2}\right)!$$
$$\times\left\{\frac{(N+|m|-3/2)^2}{3(N+|m|-3/4)}\right.$$
$$\left.-\frac{(N-1/2)(N+|m|)(N+2|m|+1/2)^2}{(N+|m|+1)(N+2|m|+1/2)(N+|m|+1/4)}\right\} \quad (21)$$

Where $N = n + 1/2$.

Conclusions

We have studied the energy eigenvalues of a non-relativistic, spinless, charged particle in a homogeny magnetic field and in Coulomb field perturbatively up to second order. Within the Rayleigh-Schrödinger perturbation theory, we have done this analyze with an extended Hamiltonian of the whole system by inserting a parameter called "adjustment parameter". Giving analytical results has been made to make possible to see the dependence of energy eigenvalues on the parameter.

Appendix

A generic form of integrals of the associated Laguerre polynomials we need here is

$$I_{n,n'}^k = \int_0^\infty e^{-x}x^{\alpha+k}L_n^\alpha(x)L_{n'}^\alpha(x)dx \quad (22)$$

We use the Rodrigues formula to calculate Eq. (22) []

$$\sum_{n=0}^{\infty} L_n^\alpha(x)t^n = (1-t)^{-(\alpha+1)}e^{-\frac{t}{1-t}x} \quad (23)$$

Writing it again for $L_{n'}^\alpha(x)$, multiplying them side by side, integrate from zero to infinity by multiplying $e^{-x}x^{\alpha+k}$ gives the following integrals needed in the text

$$I_{nn}^1 = \frac{\Gamma(n+\alpha+1)}{n!}(2n+\alpha+1) \quad (24)$$

$$I_{n,n'}^{-1} = \begin{cases} -\dfrac{\Gamma(n+\alpha+1)}{n!\,(n+1)} & for\ n' = n+1 \\ \dfrac{\Gamma(n+\alpha+1)}{n!\,(n+\alpha)(n+\alpha-1)}(2n+\alpha-1) & for\ n' = n \\ -\dfrac{\Gamma(n+\alpha+1)}{n!\,(n+\alpha)} & for\ n' = n-1 \end{cases} \quad (25)$$

$$I_{nn}^{2} = -\frac{\Gamma(n+\alpha+1)}{n!}2n(n+\alpha) \quad (26)$$

Where also used (Abramovitz and Stegun, 1972)

$$(1-z)^{-n} = \sum_{r=0}^{\infty} \frac{(n+r-1)!}{(n-1)!\,r!} z^{r} \quad (27)$$

And

$$\int_{0}^{\infty} e^{-x} x^{\beta} dx = \beta! \quad (28)$$

In the light of the above equations, we write the perturbative corrections in Eqs. (19) and (20)

$$E_{n}^{(1)} = 8a_{1}^{3}(Z-\lambda)\frac{n!}{\Gamma(n+\alpha+1)(2n+\alpha+1)} I_{nn}^{-1} \quad (29)$$

$$(E_{n}^{(2)})_{I} = -\omega^{2}\frac{n!}{\Gamma(n+\alpha+1)(2n+\alpha+1)} I_{nn}^{2} \quad (30)$$

$$\left(E_{n}^{(2)}\right)_{II} = 8a_{1}^{3}(Z-\lambda) \times \sqrt{\frac{n!\,n'!}{\Gamma(n+\alpha+1)\Gamma(n'+\alpha+1)(2n+\alpha+1)(2n'+\alpha+1)}} I_{n,n'}^{-1} \quad (31)$$

References

Abramowitz, M & Stegun, I. A. (Ed.) (1972). Handbook of Mathematical Functions with Formulas, Graphs and Mathematical Tables. New York. National Bureau of Standards.

Arda, A. & Sever, R. (2010). Effective-mass Klein-Gordon Equation for non-PT/non- Hermitian Generalized Morse Potential. Phys. Scrp, 82, 065007.

Ballentine, L. E. (1998). Quantum Mechanics-A Modern Development. World Scientific Publishing.

Chiang, C. M. & Ho, C. L. (2001). Charged Particles in External Fields as Physical Example of Quas-Exactly Solvable Models: a Unified Treatment. Phys. Rev. A, 63, 062105.

Dong, S. H. (2000). Exact Solutions of the Two-Dimensional Schrödinger Equation with Certain Central Potentials. Int. J. Theor. Phys., 39, 1119.

Grifffiths, D. J. (1995). Introduction to Quantum Mechanics. Prentice Hall.

Landau, L. & Lifshitz, E. M. (1989). Quantum Mechanics-Non-Relativistic Theory. Pergamon Press.

Liboff, R. L. (1980). Introductory Quantum Mechanics, Addison-Wesley.

Merzbacher, E. (1998). Quantum Mechanics, John Wiley and Sons.

Sakurai, J. J. & Napolitano, J. (2014). Modern Quantum Mechanics, Addison-Wesley.

Taut, M. (1995). Two-Dimensional Hydrogen Atom in a Magnetic Field: Analytical Solutions. J. Phys. A: Math. Gen., 28, 2081.

Fanelli, R & Struzynski, R. E. (1983). Energy Eigenvalues of a Quantum Anharmonic Oscillator, Am. J. Phys. 51, 561.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

$(C_{20})_2N$ VE $(C_{20}N)_2$ MOLEKÜLLERİNİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Physical Properties of $(C_{20})_2N$ and $(C_{20}N)_2$ Molecules

Ferhat Demiray[1]

1 (Dr. Öğr. Üyesi); Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bolu-Türkiye ferhatdemiray@ibu.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi (DFT) kullanılarak, N ve N_2 ile birbirine bağlanmış C_{20} fullerenlerin yapısal ve elektronik özellikleri incelendi. Yapılan hesaplamalarda optimize edilmiş $(C_{20})_2N$ ve $(C_{20}N)_2$ yapıları için bağlanma enerjileri sırası ile - 9.06 eV ve - 10.78 eV olarak elde edilmiştir. $(C_{20})_2N$ yapıda, araya bırakılan azot atomunun fullerenlerden bir tanesinin yapısını değiştirdiği ve on iki pentagondan oluşan C_{20} yapıyı, on pentagon ve iki hekzagondan oluşan yapıya dönüştürdüğü gözlemlenmiştir. $(C_{20}N)_2$ yapıda azot atomları arasında oluşan N – N bağından dolayı, N atomları fullerenler arasında doğrusal şekilde bulunmaktadır ki bu durumda fullerenlerin pentagonlarında herhangi bir değişim gözlenmemiştir. GapHL $(C_{20})_2N$ yapıda 0.95 eV değeri ile yarıiletken malzeme olarak hesaplanırken, $(C_{20}N)_2$ yapı metalik karakterde (GapHL = 0) elde edilmiştir. $(C_{20})_2N$ ve $(C_{20}N)_2$ yapıları için elde edilen sonuçların, ileride yapılacak deneysel ve teorik çalışmalara yol göstermesi beklenebilir.

Anahtar Kelimeler: Fulleren, Moleküler Yapılar, Azot, Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi

Abstract: In this study, the structural and electronic properties of C_{20} fullerenes connected by N and N_2 were investigated using Density Functional Theory (DFT). In these calculations, binding energies for optimized $(C_{20})_2N$ ve $(C_{20}N)_2$ structures were obtained as - 9.06 eV and - 10.78 eV respectively. In $(C_{20})_2N$ structure, it has been observed that the intervening nitrogen atom changes the structure of one of the fullerenes and converts the C_{20} structure of twelve pentagons into a structure of ten pentagons and two hexagons. Due to the N - N bond formed between nitrogen atoms of $(C_{20}N)_2$ structure, N atoms present linearly among the fullerenes, in which case no change was observed in the pentagons of the fullerenes. GapHL $(C_{20})_2N$ structure was calculated as semiconductors material with 0.95 eV value, while $(C_{20}N)_2$ structure was obtained metallic character (GapHL = 0). The results obtained for $(C_{20})_2N$ ve $(C_{20}N)_2$ structures can be expected to guide future experimental and theoretical studies.

Keywords: Fullerene, Molecular Structures, Nitrogen, Density Functional Theory

1. GİRİŞ

Fulleren C_{20}' nin deneysel olarak elde edilmesinden (Prinzbach, et al., 2000) sonra bu yapıya olan ilgi giderek artmaktadır. On iki tane pentagondan oluşan C_{20}, şu ana kadar üretilen en küçük fulleren olarak bilinmektedir. Üç farklı izomeri (halka, kase ve kafes) bulunan bu

fullerenin farklı izomerlerinin karekterizasyonu ile ilgili optik absorbsiyon (Castro, et al., 2002), IR, Raman ve anyon fotoelektron spektrumları (Saito & Miyamoto, 2002) ve NMR kimyasal kaymaları hesaplanmıştır (Romero, Sebastiani, Ramírez, & Kiwi, 2002). Bu yapının katkılı formları olan endohedral (Kumar & Rani, 2011; Wu, et al., 2011; Yang, Gromov, & Cederbaum, 2019; Manna & Ghanty, 2012), exohedral (Wang, et al., 2010; Gomez & Beran, 2013; Rad & Ayup, 2018; Kleinpeter & Koch, 2010) ve heterofulleren (Baei, Koohi, & Shariati, 2018(a); Kassaee, Buazar, & Koohi, 2010; Koohi, Kassaee, Ghavami, Haerizade, & Ahmadi, 2015; Baei, Koohi, & Shariati, 2018(b)) yapılar çeşitli çalışmalarda incelenmiştir. Bunun yanı sıra C_{20} dimer fulleren yapıları üzerine yapılan çalışmalara da literatürde rastlanmaktadır (Chen, et al., 2004; Miyamoto & Saito, 2001; Okada, Miyamoto, & Saito, 2001; Sabirov, Terentyev, & Bulgakov, 2014).

İki tane C_{20} fullerenin, N (azot atomu) ve N_2 molekülü ile birbirlerine bağlanması üzerine literatürde bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı ileride yapılacak çalışmalara ışık tutmaktır. Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi (DFT) kullanılarak bu çalışmada, N ve N_2 ile birbirine bağlanmış C_{20} fullerenlerin yapısal ve elektronik özellikleri incelendi.

2. MATERYAL VE YÖNTEMLER

Hesaplanan moleküler yapıların geometri optimizasyonları ve toplam enerji hesaplamaları genelleştirilmiş gradyent yaklaşımı (GGA) kullanılarak SIESTA kodu yardımıyla gerçekleştirildi (Soler, et al., 2002). Genelleştirilmiş gradyent yaklaşımında (GGA) değiş-tokuş-korelasyon enerji fonksiyoneli için Perdew–Burke–Ehrenzhof (PBE) parametrizasyonu ile (Perdew, Burke, & Ernzerhof, 1996), baz seti için ise polarize orbitaller ile genişletilmiş çift-ζ orbitalleri kullanıldı. Optimize geometriler için herhangi bir simetri kısıtlaması kullanılmamıştır ve her bir atom üzerindeki tüm kuvvet bileşenleri 0,01 eV/Å' dan küçük olana kadar eşlenik gradyent algoritması kullanılarak gerçekleştirildi. Elektronik yapıyı belirlemek için, dolu moleküler orbitallerin en yüksek enerjili olanı (HOMO) ile boş moleküler orbitallerin en düşük enerjili olanı (LUMO) arasındaki fark alınarak, optimize edilmiş yapıların enerji aralığı HOMO – LUMO gap (GapHL) hesaplandı.

3. BULGULAR

3.1. Yapısal Özellikler

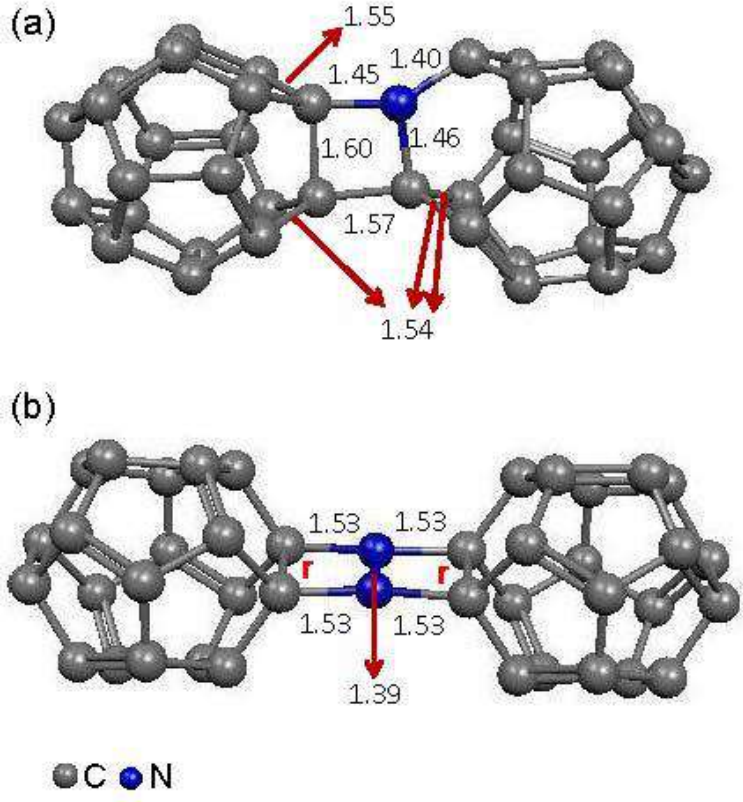
Optimize edilmiş $(C_{20})_2N$ ve $(C_{20}N)_2$ yapıları için bağlanma enerjileri sırasıyla,

$$E_b = E[(C_{20})_2N] - 2xE(C_{20}) - E(N) \quad (1)$$

$$E_b = E[(C_{20}N)_2] - 2xE(C_{20}) - 2xE(N) \quad (2)$$

formülleri ile hesaplanmış olup burada; $E[(C_{20})_2N]$ ve $E[(C_{20}N)_2]$ ifadeleri sırasıyla azot atomu ve molekülü ile katkılanmış fullerenin toplam enerjisini, $E(C_{20})$, saf fullerenin toplam enerjisini ve E(N), azot atomunun toplam enerjisini ifade etmektedir. Yapılan hesaplamalarda bağlanma enerjisi, $(C_{20})_2N$ ve $(C_{20}N)_2$ yapıları için sırası - 9.06 eV ve - 10.78 eV olarak elde edilmiştir.

Figür 1. Optimize edilmiş (a) $(C_{20})_2N$, (b) $(C_{20}N)_2$ moleküler yapıları. Gri renk karbon atomu ve lacivert renkte azot atomu için kullanıldı. Gösterilen bağ uzunlukları Angstrom (Å) cinsinden verilmiştir.



Şekil 1. (a)' dan görüldüğü gibi C_{20}' lerin N atomu ile bağlanması ile oluşan $(C_{20})_2N$ yapıda, araya bırakılan azot atomunun fullerenlerden bir tanesinin yapısını değiştirdiği ve on iki pentagondan oluşan C_{20} yapıyı, on pentagon ve iki hekzagondan oluşan yapıya dönüştürdüğü elde edilmiştir. Bunun sebebi olarak hekzagon yapılar pentagon yapılara göre daha

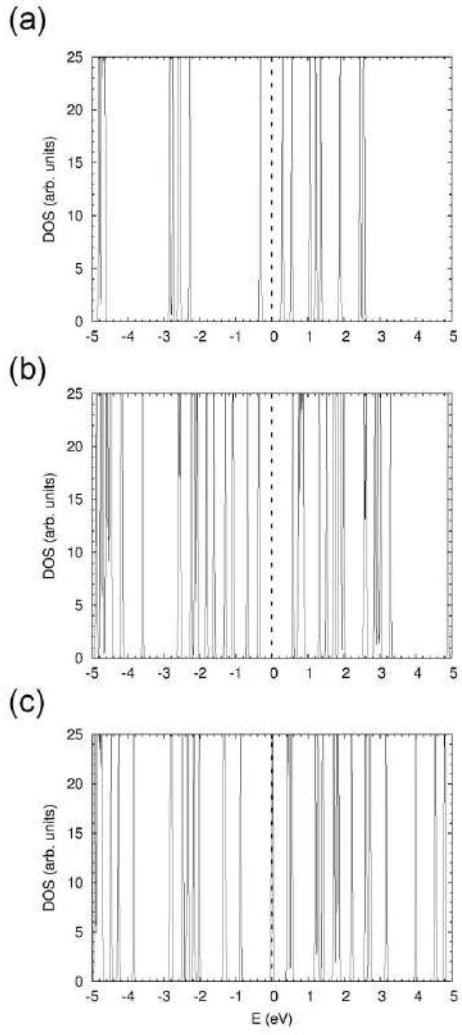
kararlıdır dolayısı ile azot atomu daha kararlı olan hekzagon yapıyı tercih etmektedir. Azot, karbon atomları ile tek bağ ve çift bağ yapmak yerine 3 karbon atomu ile tekli bağ yaparak daha kararlı bir oluşum olan hekzagonal yapıda bulunmak istemektedir. Bu durumda C – N bağ uzunlukları 1.40, 1.45 ve 1.46 Å olarak hesaplanmıştır. Elde edilen C – N bağ uzunluğu daha önce elde edilen heterofulleren yapıdaki azot - karbon bağ uzunluğu ile uyum içersindedir (Hirsch & Nuber, 1999). Şekil 1. (a)' dan görüldüğü gibi azot atomu ve üç karbon atomu bir köprü görevi görmektedir diyebiliriz. Bu karbon atomları arasındaki bağ uzunlukları da şekilde verilmektedir ve azot atomu ile bağ yapmayan karbon atomunun diğer iki karbon atomu ile arasındaki bağ uzunlukları 1.60 ve 1.57 Å olarak hesaplanmıştır. Bu üç karbon atomunu fulleren yapıdaki diğer karbon atomları ile ikişer tane bağ yapmaktadır ki bu bağ uzunlukları 1.54 ve 1.55 Å değerlerine artmaktadır. C - C arasındaki diğer bağ uzunlukları saf fullerendeki bağ uzunluklar ile aynı değerdedir ve 1.44 - 1.51 Å aralığında değişmektedir.

$(C_{20}N)_2$ moleküler yapı Şekil 1 (b)' de gösterilmektedir. Azot atomları fullerenler arasında doğrusal şekilde bulunmaktadır ki bu durumda fullerenlerin pentagonlarında herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Bunun nedeni azot atomları arasında oluşan N – N bağından kaynaklanmaktadır. Yapılan hesaplamalarda bağ uzunlukları N – N ve C – N için sırası ile 1.39 Å ve 1.53 Å olarak elde edilmiştir. Şekil 1. (b)' de "r" ile gösterilen, azot atomu ile bağ yapan karbon atomları arasındaki bağ uzunlukları 1.60 Å olarak hesaplanmıştır. Bu karbon atomlarının diğer karbon atomları ile yaptığı bağ uzunlukları 1.53 Å olarak elde edilmiştir.

3.2. Elektronik Özellikler

Optimize edilmiş yapıların enerji aralığı HOMO – LUMO gap (GapHL) Şekil 2.' de gösterilmektedir.

Figür 2. Optimize edilmiş (a) C_{20}, (b) $(C_{20})_2N$ ve (c) $(C_{20}N)_2$ yapıları için durum yoğunlukları (DOS). Enerjiler kesikli çizgi ile gösterilen Fermi enerji seviyesine (E_F) göredir.



Saf fulleren C_{20}' nin GapHL değeri 0.61 eV olarak elde edilmiştir. Şekil 2. (b)' de görüldüğü gibi fulleren moleküllerinin arasına N atomu konulması ile oluşan $(C_{20})_2N$ yapıda GapHL 0.95 eV değerine artmaktadır ve yarıiletken malzemedir. İki tane azot atomu ve fulleren moleküllerinden oluşan yapıda azot atomları fullerenler arasında doğrusal bir şekilde yer aldığı için elektron transferi kolay bir şekilde gerçekleşmektedir ve $(C_{20}N)_2$ metalik karakterde (GapHL = 0) elde edilmiştir. Bunun sebebi, N_2 yapısı iki C_{20} fulleren arasında düzlemsel bir

köprü oluşturmuştur ki bu da C_{20} - N_2 - C_{20} arasında elektron konjugasyonunu mümkün kılmaktadır. Bu durumda N_2 üzerindeki bağ yapmamış elektron çiftleri (lone-pair) yapı içinde delokalize olabilmektedir. C_{20} - N - C_{20} yapısında tek N atomundan dolayı oluşan bağlar ve geometrik yapıda sterik engellerden dolayı elektron konjugasyonu ve delokalizasyon zayıftır.

4. ÖZET VE SONUÇ

Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi (DFT) kullanılarak, iki tane C_{20} fullerenin N ve N_2 ile birbirine bağlanması ile oluşan yeni moleküler yapıların yapısal ve elektronik özellikleri incelendi. Optimize edilmiş $(C_{20})_2N$ ve $(C_{20}N)_2$ yapıları için bağlanma enerjileri sırası ile - 9.06 eV ve - 10.78 eV olarak hesaplanmıştır. $(C_{20})_2N$ yapıda, araya bırakılan azot atomunun fullerenlerden bir tanesinin yapısını değiştirdiği ve on iki pentagondan oluşan C_{20} yapıyı, on pentagon ve iki hekzagondan oluşan yapıya dönüştürdüğü gözlemlenmiştir. $(C_{20}N)_2$ yapıda azot atomları kendi arasında bağ yapmaktadır ve bu bağdan dolayı azot atomları fullerenler arasında doğrusal şekilde bulunmaktadır. Bu nedenle fullerenlerin pentagonlarında herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Elektronik yapı incelendiğinde, N atomu konulması durumunda GapHL $(C_{20})_2N$ yapıda 0.95 eV değerindedir. $(C_{20}N)_2$ yapı metalik karakterde (GapHL = 0) elde edilmiştir. Sonuç olarak, $(C_{20})_2N$ ve $(C_{20}N)_2$ yapıları için elde edilen sonuçların, ileride yapılacak deneysel ve teorik çalışmalara yol göstermesi beklenebilir.

5. KAYNAKÇA

1. Baei, M. T., Koohi, M., & Shariati, M. (2018(a)). Structure, stability, and electronic properties of AlP nanocages evolved from the world's smallest caged fullerene C20: A computational study at DFT. *J. Mol. Struct.*(1159), 118 – 134.
2. Baei, M. T., Koohi, M., & Shariati, M. (2018(b)). Characterization of C20 fullerene and its isolated C20-nGen derivatives (n = 1- 5) by alternating germanium atom(s) in equatorial position: A DFT survey. *Heteroatom Chem.*(29), e21410.
3. Castro, A., Marques, M. A., Alonso, J. A., Bertsch, G. F., Yabana, K., & Rubio, A. (2002). Can optical spectroscopy directly elucidate the ground state of C20? *J. Chem. Phys.*(116), 1930 - 1933.
4. Chen, Z., Heine, T., Jiao, H., Hirsch, A., Thiel, W., & von Schleyer, P. R. (2004). Theoretical Studies on the Smallest Fullerene: from Monomer to Oligomersand Solid States. *Chem. Eur. J.*(10), 963 - 970.
5. Gomez, V. B., & Beran, K. A. (2013). Energetic stability and electronic properties of exohedral derivatives of C20: C20Xn (X = H, F, Cl; n = 1–4). *Int. J. Quantum Chem.*(113), 925 – 933.

6. Hirsch, A., & Nuber, B. (1999). Nitrogen Heterofullerenes. *Acc. Chem. Res.*(32), 795-804.
7. Kassaee, M. Z., Buazar, F., & Koohi, M. (2010). Heteroatom impacts on structure, stability and aromaticity of XnC20-n fullerenes: A theoretical prediction. *J. Mol. Struc. – Theochem., 940*, 19 – 28.
8. Kleinpeter, E., & Koch, A. (2010). Probing the exohedral magnetic properties of C20 derivatives by through space NMR shieldings (TSNMRS). *J. Mol. Struc – Theochem.*(939), 1 – 8.
9. Koohi, M., Kassaee, M. Z., Ghavami, M., Haerizade, B. N., & Ahmadi, A. A. (2015). C20−n Ge n heterofullerenes (n = 5–10) on focus: a density functional perspective. *Monatsh. Chem.*(146), 1409 – 1417.
10. Kumar, R., & Rani, A. (2011). Structure and electronic properties of Hn@C20 molecule. *Physica B.*(406), 1173 – 1177.
11. Manna, D., & Ghanty, T. K. (2012). Theoretical Prediction of Icosahedral U@C20 and Analogous Systems with High HOMO–LUMO Gap. *J. Phys. Chem. C.*(116), 16716 – 16725.
12. Miyamoto, Y., & Saito, M. (2001). Condensed phases of all-pentagon cages as possible superconductors. *Phys. Rev. B: Condens. Matter 63, , (2001).*(63), 161401.
13. Okada, S., Miyamoto, Y., & Saito, M. (2001). Three-dimensional crystalline carbon: Stable polymers of fullerene. *Phys. Rev. B: Condens. Matter, 64*, 245405.
14. Perdew, J. P., Burke, K., & Ernzerhof, M. (1996). Generalized gradient approximation made simple. *Phys. Rev. Lett.*(77), 3865 – 3868.
15. Prinzbach, H., Weiler, A., Landenberger, P., Wahl, F., Worth, J., Scott, L., von Issendorff, B. (2000). Gas-phase production and photoelectron spectroscopy of the smallest fullerene, C20. *Nature, 407*, 60 – 63.
16. Rad, A. S., & Ayup, K. (2018). Nonlinear optical and electronic properties of Cr-, Ni-, and Ti- substituted C20 fullerenes: A quantum-chemical study. *Mater. Res. Bull.*(97), 399 – 404.
17. Romero, A. H., Sebastiani, D., Ramírez, R., & Kiwi, M. (2002). Is NMR the tool to characterize the structure of C20 isomers? *Chem. Phys. Lett.*(366), 134 - 140.
18. Sabirov, D. S., Terentyev, A. O., & Bulgakov, R. G. (2014). Polarizability of fullerene [2+2]-dimers: a DFT study. *Phys. Chem. Chem. Phys., 6*, 14594 - 14600.
19. Saito, M., & Miyamoto, Y. (2002). Vibration and vibronic coupling of C20 isomers: Ring, bowl, and cage clusters. *Phys. Rev. B*(65), 165434.
20. Soler, J. M., Artacho, E., Gale, J. D., García, A., Junquera, J., Ordejón, P., & Sánchez-Portal, D. (2002). The SIESTA method for ab

initio order-N materials simulation. *J. Phys. Condens. Matter, 14*, 2745 – 2749.

21. Wang, Y. F., Li, Y., Li, Z. R., Ma, F., Wu, D., & Sun, C. C. (2010). Perfluorinated exohedral potassium-metallofullerene K•••CnFn (n = 20 or 60): partial interior and surface excess electron state. *Theor. Chem. Acc.*(127), 641 - 650.
22. Wu, J., Sun, Z., Li, X., Ma, B., Tian, M., & Li, S. (2011). Theoretical study on the smallest endohedral metallofullerenes: TM@C20 (TM=Ce and Gd). *Int. J. Quantum Chem.*(111), 3786–3792.
23. Yang, Y. F., Gromov, E. V., & Cederbaum, L. S. (2019). Charge separated states of endohedral fullerene Li@C20. *J. Chem. Phys.*(151), 114306.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

CdS YARIILETKEN İNCE FİLMLER VE KARAKTERİZASYONU

CdS Semiconductor Thin Films and Characterization

Derya Peker & Mehmet Peker & Arzu Kırak*

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi,

*Fizik Anabilim Dalı, Eskişehir-Türkiye,*a_kirak2001@yahoo.com*

Öz: Bu çalışmada, CdS yarıiletken filmleri, kimyasal püskürtme yöntemi kullanılarak T=325±5 ^{o}C taban sıcaklığında oluşturulmuştur. CdS ince filmlerin bazı fiziksel özellikleri incelenmiştir. Çözeltiyi hazırlamak için gerekli miktarlarda kadmiyum klorür, tiyoüre ve deiyonize su kullanılmıştır. Hazırlanan çözelti ~15 ml/dk hızla, 15 dk boyunca camların üzerine püskürtülmüştür. Oluşan ince filmler 250 ^{o}C'de hava ortamında tavlanmıştır. Elde edilen filmlerin yasak enerji aralıkları optik metot ile belirlenmiştir. X-Işınları kırınım cihazı kullanılarak filmlerin kristal yapı analizleri, SEM ile yüzey fotoğrafları ve EDX ile kimyasal analizleri incelenmiştir. Sonuç olarak, elde edilen CdS ince filmlerin fiziksel özelliklerinde bazı değişimler meydana geldiği gözlenmiştir. Böylece, II-VI bileşiklerinden olan CdS yarıiletken ince filmlerin, özellikle fotovoltaik güneş pili uygulamalarında pencere materyali olarak kullanılabileceği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: CdS, Yarıiletken İnce Film, Kimyasal Püskürtme, Yasak Enerji Aralığı, X-Işını Kırınımı.

Abstract: In this study, CdS semiconductor films were formed using a chemical spraying method at a base temperature of T=325 ± 5 ^{o}C. Some physical properties of CdS thin films were investigated. The required amounts of cadmium chloride, thiourea and deionized water were used to prepare the solution. The prepared solution was sprayed onto the glasses for 15 min at a rate of ~15 ml/min. The thin films formed were annealed in air at 250 ^{o}C. Forbidden energy ranges of the obtained films were determined by optical method. The crystal structure analysis of the films using X-ray diffraction device, the surface photographs with SEM and the chemical analysis with EDX were examined. As a result, some changes in physical properties of the obtained CdS thin films were observed. Thus, it has been observed that CdS semiconductor thin films, which are compounds II-VI, can be used as window material especially in photovoltaic solar cell applications.

Keywords: CdS, Semiconductor Thin Film, Chemical Spraying, Forbidden Energy Range, X-Ray Diffraction.

GİRİŞ

Yarıiletken filmler; elektronik başta olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Günlük hayatımızda kullanımlarından dolayı ince filmler son zamanlarda daha çok araştırılmaya başlanmıştır.

Enerji kaynaklarının giderek azalmaya başladığı günümüzde güneş bizim için tükenmez bir enerji kaynağıdır. Güneş pilleri sayesinde mevcut enerji fotovoltaik etkiyle elektrik enerjisine dönüşmektedir. CdS yarıiletkenleri optik, yüzey ve elektriksel özellikleri bakımından ilginç bir yarıiletkendir. II-VI bileşiklerinden olan CdS yarıiletken ince filmleri, CdS/CdTe ve CdS/$CuInSe_2$ fotovoltaik güneş pillerinde pencere materyali olarak kullanılmaktadır ve 2.42 eV yasak enerji aralığına sahip n-tipi yarıiletkenlerdir (Yılmaz 2015; Gençyılmaz et al., 2015). CdS ince filmleri, oluşturulma koşullarına ve yöntemlerine bağlı olaraktan kübik ya da altıgen faza sahiptir. Kübik yapı parametreleri a=0.5832 nm olarak bilinirken, altıgen yapıya sahip olanlar a=0.4130 nm ve c=0.6703nm'dir (Işık et al., 2019). Pencere materyali olmasının sebebi, güneş ışınlarını yüksek oranda geçirmesi ve özdirencinin düşük olmasıdır. Ayrıca, tek kristalli CdS ince filmleri uzay uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Çok kristalli CdS ince filmleri düşük maliyet, yüksek verim ve kararlı performanslarından dolayı fotovolatik uygulamalar için önemli materyaldir (Hasnat and Podder 2012). CdS ince filmleri düşük maliyet nedeniyle seri üretime uygundur (Özcan et al., 2016). Bundan dolayı, CdS yarıiletken ince filmleri birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir.

İlerleyen teknoloji ile birlikte birçok ince film kaplama yöntemi ortaya çıkmıştır. Bu yöntemlerin hepsinde amaç; daha düşük maliyetle, geniş alanlar üzerine daha kolay elde edilebilen ince filmler oluşturmaktır. En çok kullanılan yöntemler; ultrasonik kimyasal püskürtme, vakum buharlaştırma, kimyasal buhar çöktürme, vakum buharlaştırma ve elektrokimyasal depolamadır. İlk olarak 1966 yılında Chamberlin ve Skarman, güneş pili uygulamalarında kullanmak için kimyasal püskürtme yöntemi ile CdS bileşiğini elde etmişlerdir (Bilgen 2015). Diğer metotlara göre daha kolay ve ucuz bir yöntemdir (Köse 1993). Püskürtme yönteminin oldukça kolay olması, malzemenim ekonomik olması, üretimin her aşamasına müdahale edilebilir olması ve vakum ortamına ihtiyaç duyulmaması daha da avantajlı olmasını sağlar. Ayrıca, n-tipi ve p-tipi katkılamaya da imkan sağlamaktadır (Sönmezoğlu et al., 2012).

Kimyasal püskürtme yöntemi daha geniş alanlara uygulanabilir. Aynı zamanda üretim kolay ve maliyet düşüktür. Üretilen malzemeler güneş pillerinde pencere materyali olarak kullanıldığı için büyük öneme sahiptir. Özellikle CdS ince filmleri sahip olduğu özellikler ve yasak enerji aralığı değerinin 2.42 eV olmasından dolayı pencere materyali olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, CdS ince filmlerine içerisine farklı elementler

katkılanarak fiziksel ve yapısal özellikleri değiştirilebilmektedir (Köse 2010). CdS ince filmlerinin yasak enerji aralığını ve özdirencini azaltmak için alüminyum, kalay ve erbiyum gibi çeşitli katlı atomları ile katkı yapılabilmektedir (Bairy et al., 2019).

CdS ince filmleri, fotovoltaik (yarıiletken) güneş pillerinde kullanımından dolayı büyük ilgi görmüştür ve fiziksel özellikleri değiştirilebildiği için birçok araştırmaya konu olmuştur. Bu çalışmada, kimyasal püskürtme yöntemiyle üretilen ve 250 ^{o}C hava ortamında 60 dk süreyle tavlanan CdS yarıiletken ince filmlerinin optiksel, yapısal ve yüzeysel özellikleri incelenmiştir.

MATERYAL & YÖNTEM

CdS yarıiletken filmleri, T=325±5 ^{o}C taban sıcaklığında kimyasal püskürtme yöntemi kullanılarak payreks cam tabanlar üzerine oluşturulmuştur. II-VI bileşiklerinden olan CdS filmlerinin çözeltileri hazırlanırken, Cd kaynağı olarak $CdCl_2$ (kadmiyum klorür) ve S kaynağı olarak da $SC(NH_2)_2$ (tiyoüre) ile birlikte çözücü olarak deiyonize su kullanılmıştır. $CdCl_2$ ve $SC(NH_2)_2$ deiyonize su içerisinde çözüldükten sonra, çözeltiler ayrı ayrı 1 saat boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra 0.05 M'lik $CdCl_2$ çözeltisinden 100 ml ve 0.05 M'lik $SC(NH_2)_2$ 100 ml alınarak toplamda 200 ml çözelti elde edilmiştir.

Cam taban olarak, mikroskop lamları kullanılmıştır. Kristal oluşumu için camların temizliği ve pürüssüzlüğü önemli olduğu için camlar temizlenmiştir. Hava ortamında kurutulmuştur. Taban sıcaklığı elektrik ısıtıcısından sağlanmıştır. CdS yarıiletken filmleri, T=325±5 ^{o}C taban sıcaklığında oluşmuştur ve püskürtme işlemi esnasında cam tabanların yüzey sıcaklığını kontrol etmek için, iron-constantan termoçift kullanılmıştır. Ayrıca, püskürtme sırasında püskürtme başlığının çıkışına gelen çözeltiyi atomize etmek için, taşıyıcı gaz olarak hava kullanılmıştır Daha sonra, hazırlanan CdS filmlerinin çözeltileri, ~15 ml/dk hızla, 15 dakika boyunca T=325±5 ^{o}C taban sıcaklığına kadar ısıtılmış olan ve yüzey alanları yaklaşık olarak 11x26 mm^2 olan payreks cam tabanlar üzerine kimyasal püskürtme yöntemiyle çöktürülmüştür. Son olarak, elde edilen CdS yarıiletken filmleri, 250 ^{o}C'de 1 saat boyunca hava ortamında tavlanmıştır. Figür 1'de kimyasal püskürtme yönteminde kullanılan deney setinin fotoğrafı verilmiştir.



Figür 1. Kimyasal püskürtme yönteminde kullanılan deney setinin fotoğrafı.

Yarıiletkenlerin kalınlıklarını belirlemek için TEM, elipsometre, tartı veya elkometre kullanılmaktadır. CdS filmlerinin kalınlıkları, elkometre ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. CdS ince filmlerinin farklı bölgerinden ölçümler alınarak ortalamaları hesaplanmıştır ve CdS filmlerinin kalınlıkları yaklaşık 0.96 µm olarak belirlenmiştir.

CdS yarıiletken filmlerinin optiksel ölçümleri için gerekli olan optik absorpsiyon spektrumları, 300 nm ile 900 nm arasında tarama bölgesi olan Shimadzu-SolidSpec-2500 Model UV-VIS Spektrofotometre ölçüm cihazında, oda sıcaklığında (~300 K) ve 300 nm ile 900 nm dalgaboyları arasında elde edilmiştir.

CdS yarıiletken filmlerinin yapısal analizleri için gerekli olan ve toz yöntemi ile oluşturulan XRD desenleri, λ=1.5406 Å dalgaboylu CuK_{α} ışını kullanılarak, Panalytical EMPYREAN Model X-Ray Diffraction (XRD) ölçüm cihazında, $20^{o} \leq 2\theta \leq 60^{o}$ tarama aralığında elde edilmiştir. CdS filmlerinde elde edilen piklerin ASTM kartına göre hangi düzlemlere ait olduğu piklerin üzerinde parantez içinde yazılmıştır.

CdS yarıiletken filmlerinin yüzey görüntüleri için Hıtachı Regulus 8230 Emisyon Taramalı Elektron Mikroskopu kullanılmıştır. Daha iyi görüntü elde edebilmek için filmlerin yüzeyleri altın-paladyum ile kaplanmıştır. Görüntüler EHT voltajı 2.00, 10.00, 25.00 ve 250.00 x büyütme oranlarında elde edilmiştir.

BULGULAR

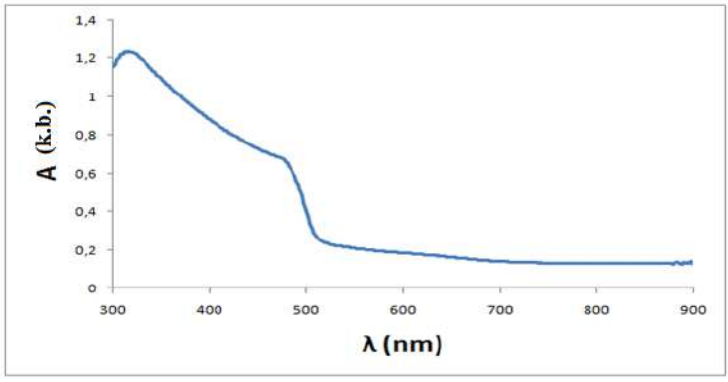
Optiksel özellikler

CdS yarıiletken filmlerinin optiksel özellikleri hakkında bilgi sahibi olabilmek için, oda sıcaklığında optik absorpsiyon spektrumları elde edilmiştir. Elde edilen optik absorpsiyon spektrumlarından yararlanılarak, CdS filmlerinin hem yasak enerji aralığı ve hem de bant tipi belirlenmiştir. Bu çalışmada, CdS filminin optik absorpsiyon spektrumu, oda sıcaklığında ve 300 nm ile 900 nm dalgaboyu aralığında elde edilmiştir.

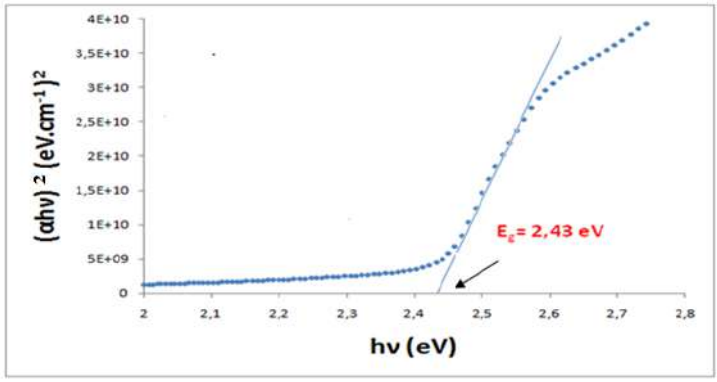
Yarıiletkenlerdeki temel absorpsiyon spektrumuna göre, direkt bant geçişi için, lineer absorpsiyon katsayısı α ile gelen fotonun enerjisi $h\nu$ arasındaki bağıntı,

$$(\alpha h\nu)\sim(h\nu-E_g)^n \qquad (1)$$

ile verilir (Omar, 1975). Burada, α; soğurma katsayısını, $h\nu$; foton enerjisini, E_g; yasak enerji aralığını ve n ise; direkt bant geçişli bir yarıiletken için 1/2 (izinli geçiş) veya 3/2 (yasaklı geçiş) değerlerini alabilen bir sabiti ifade etmektedir (Mott and Davis, 1971).



(a)



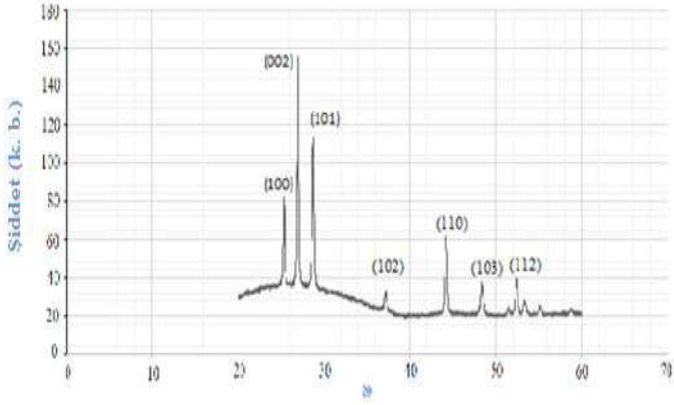
(b)

Figür 2. T=325±5 ºC taban sıcaklığında elde edilen ve 250 ºC'de tavlanan CdS filminin, (a) oda sıcaklığındaki optik absorpsiyon spektrumu ve (b) $(\alpha h\nu)^2$~hν grafiği.

CdS yarıiletken filmlerinin yasak enerji aralığını belirlemek için, denklem (1)'de n=1/2 alarak ve optik absorpsiyon spektrumundan elde edilen veriler kullanılarak, $(\alpha h\nu)^2$~hν grafiği çizilmiştir. Figür 2'de, T=325±5 ºC taban sıcaklığında elde edilen ve 250 ºC'de tavlanan CdS filminin, oda sıcaklığındaki optik absorpsiyon spektrumu ve $(\alpha h\nu)^2$'nin foton enerjisi (hν)'ye göre grafiği görülmektedir. Figür 2(b)'deki $(\alpha h\nu)^2$~hν grafiğinin doğrusal olan kısmına karşılık gelen doğrunun hν eksenini $(\alpha h\nu)^2=0$'da kestiği noktanın enerji değeri, CdS filminin yasak enerji aralığını verecektir (Peker 1999; Peker 2000; Baykul and Balcioglu 2000; Bilgin et al., 2005). Buna göre, CdS filminin, optik absorpsiyon spektrumundan, direkt bant geçişli olduğu ve yasak enerji aralığı (E_g) değerinin de yaklaşık olarak 2.43 eV olduğu belirlenmiştir (Enriquez 2013).

Yapısal özellikler

CdS yarıiletken filmlerinin yapısal özellikleri hakkında bilgi sahibi olabilmek için, toz yöntemi ile oluşturulan XRD desenleri elde edilmiştir. Elde edilen XRD desenlerinden yararlanılarak, CdS filmlerinin hangi yapıda kristalleştiği belirlenmiştir. Bu çalışmada, CdS filminin XRD deseni, $20^o \leq 2\theta \leq 60^o$ sınır değerleri arasında elde edilmiştir.



Figür 3. T=325±5 ºC taban sıcaklığında elde edilen ve 250 ºC'de tavlanan CdS filminin XRD deseni.

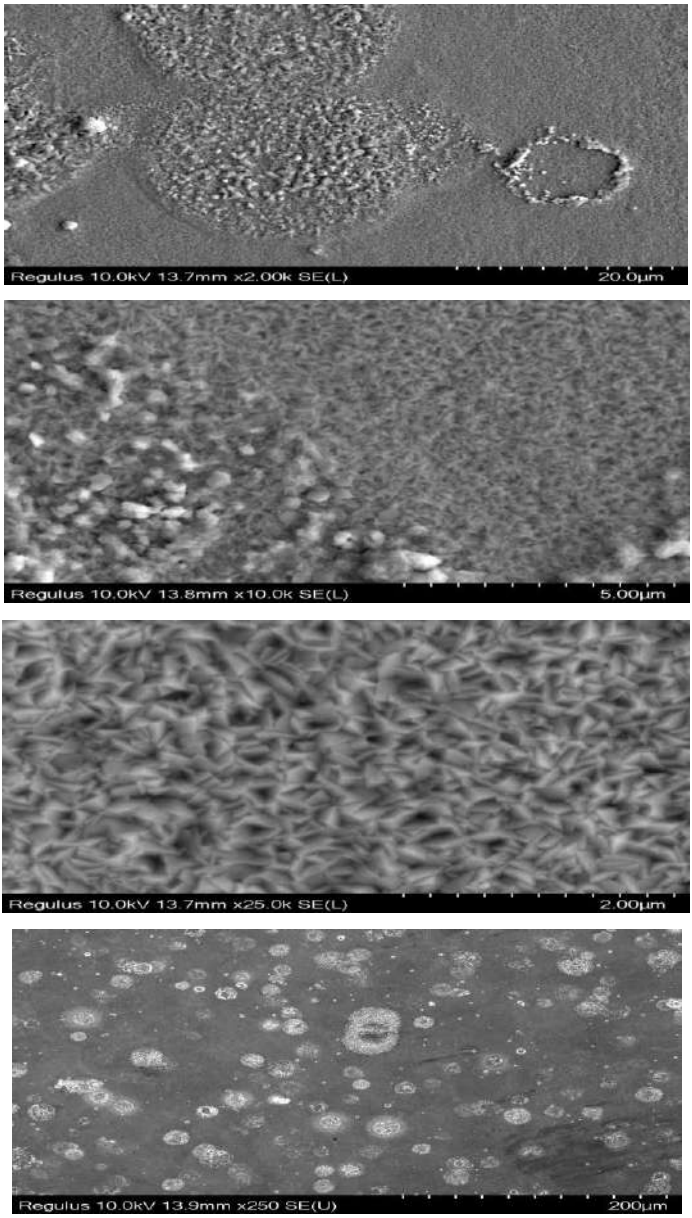
Figür 3'te, T=325±5 ºC taban sıcaklığında elde edilen ve 250 ºC'de tavlanan CdS yarıiletken filminin x-ışını kırınım deseni yer almaktadır. Bu deseni incelediğimizde birbirinden farklı yedi adet pik meydana geldiği görülmektedir. XRD deseninden, CdS yarıiletken filminin polikristal yapıda olduğu belirlenmiştir. CdS filminin elde edilen XRD desenindeki piklerin üst kısımlarına, ASTM kartlarından elde edilen, ilgili düzlemlere ait Miller indisleri parantez içerisinde belirtilmiştir. Ayrıca, Figür 3'te görülen kırınım desenindeki piklerin hepsinin, hegzagonal yapıdaki CdS piklerine ait olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, CdS yarıiletken filmi, hegzagonal yapıda kristalleşmiştir (Peker 2000; Bilgin et al., 2005; Enriquez 2013). XRD desenlerinin incelenmesi sonucunda, pik şiddetleri ve yarıpik genişliklerine bakıldığında, kristalleşmenin iyi olduğunu söyleyebiliriz.

Yüzey özellikleri

CdS yarıiletken filmlerinin yüzey görüntülerini incelemek için Alan Emisyonlu Taramalı Elektron Mikroskopu (FE-SEM) kullanılmıştır. Daha iyi görüntü elde edebilmek için filmlerin yüzeyleri altın-paladyum ile kaplanmıştır. Görüntüler EHT voltajı 2.00, 10.00, 25.00 ve 250.00 x büyütme oranlarında elde edilmiştir.

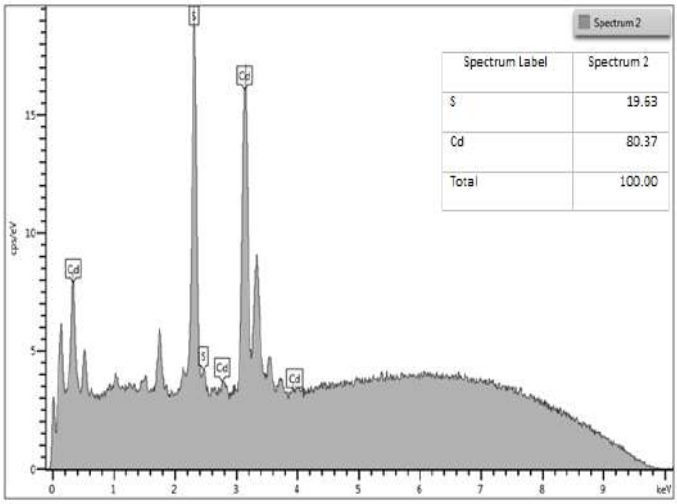
Figür 4'te, T=325±5 ºC taban sıcaklığında elde edilen ve 250 ºC'de tavlanan CdS yarıiletken filminin 2.00 x, 10.00 x, 25.00 x ve 250.00 x için FE-SEM görüntüleri yer almaktadır. Görüntüde homojen yüzey üzerinde benekler mevcuttur. Benekler homojen şekilde dağılmamıştır. Bazı

görüntülerde büyük daireler gözlenmektedir. Bunun nedeni, büyük damlacıkların tabana ulaşmasından dolayı, ani sıcaklık düşmesinden dolayı patlama sonucunda oluşan bölgelerdir.



Figür 4. T=325±5 ºC taban sıcaklığında elde edilen ve 250 ºC'de tavlanan CdS filminin 2.00 x, 10.00 x, 25.00 x ve 250.00 x için FE-SEM görüntüleri.

Figür 5'te, T=325±5 ºC taban sıcaklığında elde edilen ve 250 ºC'de tavlanan CdS yarıiletken filminin EDX spektrumu yer almaktadır. CdS yarıiletken filminin EDX spektrumu sonuçlarına göre, yüksek oranda Cd ve S gözlemlenmektedir. Buna göre, EDX spektrumundan, %80.37 Cd ve %19.63 S oranı olduğu belirlenmiştir.



Figür 5. T=325±5 ºC taban sıcaklığında elde edilen ve 250 ºC'de tavlanan CdS filminin EDX spektrumu.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, T=325±5 ºC taban sıcaklığında payreks cam tabanlar üzerine kimyasal püskürtme yöntemi kullanılarak elde edilen CdS yarıiletken filmlerinin optiksel, yapısal, yüzeysel özellikleri incelenmiştir. Kimyasal püskürtme yöntemi ekonomik ve uygulaması kolay bir yöntemdir. Bu yöntemle elde edilen CdS yarıiletken filmleri 250 ºC'de hava ortamında tavlanmıştır.

CdS yarıiletken filmlerinin yasak enerji aralığı değerleri optik metod kullanılarak bulunmuştur. CdS yarıiletken filminin literatürdeki bant aralığı değeri ~300 K'de 2.42 eV olarak bilinmektedir. Elde edilen filmlerin optik absorpsiyon spektrumlarından, CdS yarıiletken filmlerinin, direkt bant geçişine sahip oldukları ve oda sıcaklığında yasak enerji aralığı değerlerinin de yaklaşık olarak 2.43 eV olduğu belirlenmiştir. Tavlamanın etkisiyle yasak enerji aralıklarında çok az miktarda olsa beklenen artış meydana gelmiştir. Tavlamanın yasak enerji aralığı değerinin üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı gözlenmiştir.

CdS yarıiletken filmlerinin x-ışını kırınım desenleri toz kırınım metodu kullanılarak $20^o \leq 2\theta \leq 60^o$ arasında alınmıştır. Elde edilen kırınım

desenlerinden CdS yarıiletken filmlerinin polikristal yapıda olduğu belirlenmiştir. XRD desenlerinin incelenmesi sonucunda, pik şiddetleri ve yarıpik genişliklerine bakıldığında, kristalleşmenin iyi olduğunu söyleyebiliriz. CdS yarıiletken filmlerinin hepsinin hegzagonal yapıda kristalleştiği saptanmıştır. Kırınım desenlerine bakıldığında farklı şiddetlerde pikler gözlemlenmiştir. CdS yarıiletken filmlerin x-ışını kırınım desenlerinden, 250 ^{o}C'de tavlanan filmlerin (002) tercihli yönelime sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, elde edilen CdS yarıiletken filmlerinin, n-tipi iletkenlik özelliği gösterdikleri belirlenmiştir.

CdS yarıiletken filmlerinin FE-SEM görüntüleri taramalı elektron mikroskobu kullanılarak elde edilmiştir. Filmler 2.00, 10.00, 25.00 ve 250.00 x büyütülerek görüntüleri alınmıştır. EDX spektrumları ile mikro analizleri yapılmıştır. CdS yarıiletken filminin içerisinde istenilen miktarlarda Cd ve S elementleri bulunmaktadır. Tavlamayla Cd oranı çok az miktarda artmıştır. Ayrıca, CdS yarıiletken filminin içerisinde çok az miktarda Si ve Au elementleri de gözlemlenmiştir. Au elementi bulunma sebebi yapılan ölçümün Au kaplama plaka üzerinde yapılmasıdır, Si oranı ise taban olarak kullanılan camın yapısında bulunan SiO_2'den kaynaklanmaktadır.

CdS yarıiletken filmlerinin kalınlıkları, elkometre ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. 250 ^{o}C'de tavlanan CdS yarıiletken filmlerinin farklı bölgerinden ölçümler alınarak ortalamaları hesaplanmıştır ve CdS yarıiletken filmlerinin kalınlıkları yaklaşık 0.96 μm olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, yapılan çalışmada elde edilen CdS yarıiletken filmlerinin deneysel sonuçları literatür ile uyum içerisindedir. Böylece, II-VI bileşiklerinden olan CdS yarıiletken filmlerin, özellikle fotovoltaik güneş pili uygulamalarında pencere materyali olarak kullanılabileceği gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Yılmaz, S. (2015). The investigation of spray pyrolysis grown CdS thin films doped withflourine atoms. Applied Surface Science, 357: 873-879, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433215021923.

2. Gençyılmaz, O., Atay, F., Akyüz, İ. (2015). The influence of annealing temperature on some physical properties of spray deposited nanostructured CdS thin films. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi (CFD), 30(5): 1300-1949, http://dx.doi.org/10.17776/csj.69365.

3. Işık, M., Gullu, H.H., Delice, S., Parlak, M., Gasanly, N.M. (2019). Structural and temperature-dependent optical properties of thermally evaporated CdS thin films, Materials Science in Semiconductor Processing, 148-152, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369800118321309.

4. Hasnat, A., Podder, J., 2012, Effect of Annealing Temperature on Structural, Optical and Electrical Properties of Pure CdS Thin Films Deposited by Spray Pyrolysis Technique, Materials Physics and Chemistry, 2, 226-231, http://dx.doi.org/10.4236/ampc.2012.24034.

5. Özcan, C.G., Gubur, H.M., Alpdoğan, S., Zeyrek, B.K., 2016, The investigation of the annealing temperature for CdS cauliflower-like thin films grown by using CBD, Springer Science+Business, 10854, apbs.mersin.edu.tr/files/hmetin/Publications_001.pdf.

6. Bilgen, Y., 2015, İnce Film Teknikleri, https://yusufbilgen.wordpress.com/2015/01/16/-ince-film-teknikleri/.

7. Köse, S., Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 112s (1993).

8. Sönmezoğlu, S., Koç, M., Akın, S., 2012, İnce Film Üretim Teknikleri, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 389-401, https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33813962/FULL.pdf?AWSAccessKyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1557495160&Signature=0ik6L7Zo%2BBQau7Z1%2F%2B5mH5Y%2FAw%3D&responsecontentdisposition=inline%3B%20filename%3DInce_film_uretim_teknikleri_Anahtar_Keli.pdf.

9. Köse, S., Atay, F., Bilgin, V., Akyüz, İ., Ketenci, E., 2010, Optical characterization and determination of carrier density of ultrasonically sprayed CdS:Cu films, Applied Surface Science, 256, 4299-4303, www.elsevier.com/locate/apsusc.

10. Bairy, R., Jayaram a, A., Shivakumar, G.K., Kulkarni S.D., Maidur, S.R., vd, 2019, Effect of Aluminium doping on photoluminescence and third-order nonlinear optical properties of nanostructured CdS thin films for photonic device applications, Condensed Matter, 555, 145-151.

11. M. A. Omar, Elementary Solid State Physics, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Philippines, 669p (1975).

12. N. F. Mott and E. A. Davis, Electronic Processes in Non-Crystalline Materials, Clarendon Press, London, 437p (1971).

13. D. Peker, Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 169s (1999).

14. M. Peker, Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 142s (2000).

15. M. C. Baykul and A. Balcioglu, Microelectronic Engineering, 51-52, 703-713 (2000).

16. Bilgin, V., Köse, S., Atay, F., Akyüz, İ., 2005, The Effect of Substrate Temperature on the Structral and Some Physical Properties of Ultrasonically Sprayed CdS Films, Materials Chemistry and Physics, 94, 103-108.

17. Enriquez, J.P., 2013, Effect Of Annealing Time And Temparature On Structural, Optical And Electrical Properties Of CdS Films Deposited By CBD, Chalcogenide Letters, 10-2, 45-53, http://chalcogen.ro/45_Pantoja.pdf.

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

MgF_2 İNCE FİLMLERİN KARAKTERİZASYONU

Characterization of MgF_2 Thin Films

Arzu Kırak* & Derya Peker & Mehmet Peker

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi,
*Fizik Anabilim Dalı, Eskişehir-Türkiye,*a_kirak2001@yahoo.com*

Öz: Giriş ve Amaç: Bu çalışma kapsamında, saf materyal plazması üreten bir teknik olan Termiyonik Vakum Ark (TVA) tekniği kullanılarak, tek katmanlı yansıtmaz kaplama (AR) malzemesi olarak en uygun malzeme olarak bilinen MgF_2 (magnezyum florür) bileşiğinin plazmasını üreterek, cam taban üzerine ince filmleri oluşturulmuştur. Oluşturulan bu ince filmlerin bazı fiziksel özellikleri incelenmiştir. İnce filmlerin yüzey özelliklerini incelemek için atomik kuvvet mikroskobu (AFM) kullanılmıştır. Üretilen ince filmlerin optik özellikleri ise görünür bölge için UV-Vis spektrofotometri cihazı ve kızılötesi (IR) bölge için FTIR spektroskopisi cihazı kullanılarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: MgF_2, İnce Film, Termiyonik Vakum Ark (TVA), AR Kaplamalar.

Abstract: Background & Aim :In this study, thin films were formed on the glass base by producing the plasma of MgF_2 (magnesium fluoride) compound, which is known as the most suitable material as single layer anti-reflective coating (AR) material by using Thermionic Vacuum Arc (TVA) technique, which produces pure material plasma. Some physical properties of these thin films were investigated. Atomic force microscopy (AFM) was used to examine the surface properties of thin films. The optical properties of the thin films were examined by using UV-Vis spectrophotometry for visible region and FTIR spectroscopy for infrared (IR) region.

Keywords: MgF_2, Thin Film, Thermionic Vacuum Arc (TVA), AR Coatings.

GİRİŞ

Optik kaplamalar, ışığın yansıtıcılığını ve geçirgenliğini değiştirebilmek yani genel olarak ışığın kontrol edilmesi amacı ile ayna veya merceklerin üzerine amaca uygun malzemeler seçilerek farklı tekniklerle ince filmler halinde biriktirilmesi işlemidir. Yansıtıcı ve yansıma önleyici (AntiRefle) kaplamalar olmak üzere iki ana kaplama tipi vardır.

II. Dünya Savaşı yansıma önleyici kaplamaların üretiminde büyük bir genişlemeye sahne olmuştur. Evet, savaş kesinlikle gelişmeleri hızlandırmıştı ancak bu gelişme herhangi bir savaş olmadan da gerçekleşecekti, çünkü farklı koşul ve uzak mesafelerde çok daha net görüntülerin elde edilmesi ihtiyacını karşılamak üzere yapılan bilimsel araştırmalar optikler için artık kaplamaların gerekli olduğu sonucunu beraberinde getirmişti.

▶ Camlara uygulanan kaplamaları yedi sınıfta toplayabiliriz:
1) Antirefle kaplama,
2) Sertlik kaplaması,
3) Su itici kaplama,
4) Ayna kaplama,
5) Renk kaplama (boyamanın bir türü),
6) Fotokromik kaplama,
7) Buharlanma önleyici kaplama.

Antirefle kaplama, yansımaları azaltmak ve merceğin ışık geçirgenliğini arttırmak amacıyla yapılır. Sertlik kaplaması, plastik camların yüzeyinin çizilmesini ve aşınmasını önlemek için uygulanır. Mineral camlar zaten sert olduğundan bu kaplama gerekmez. Su itici kaplama, camın yüzeyini pürüzsüz ve hidrofobi yapar, böylece camın toz, kir ve leke tutmasını önler. Ayna kaplama, estetik amaçla güneş gözlüklerine uygulanır. Renkli veya fotokopi camlar güneşten korunmak ve zararlı UV ışınlarını süzmek için kullanılır.

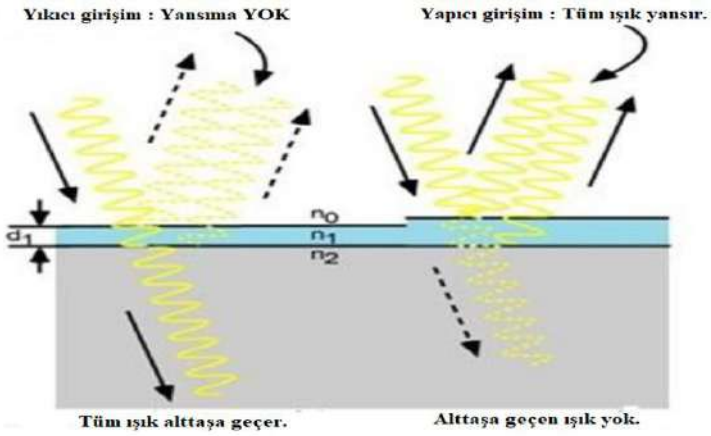
AntiRefle cama mikroskopla baktığımızda, yüzeyin parlaklığının gittiğini, pürüzlü olduğunu görürüz. Bu sayede:
▶ Yansımanın azalması sonucu ışığın geçirgenliği artar ve görüş kabiliyeti yükselir.
▶ Daha iyi görüntü sağlandığı için bilgisayar ve TV gibi ekranlı cihazlarda kontrastlık sağlar.
▶ Otomobil sürücüleri için görüşü daha net yapacağı için seyir emniyetini artırır.
▶ AntiRefle kaplama basit kimyasal solüsyonlara karşı da dayanıklıdır.
▶ Yansımayı önlediği için estetik bir görünümü vardır.

Buharlanma önleyici kaplama, camın buharlanarak ışık geçişini azaltmasını engellemek için uygulanan hidrofildik bir kaplama şeklidir.

Kaplama yapılacak yüzey, (cam ya da mercek) kullanılacağı sistemin özellikleri ve kullanım şartlarına bağlı olarak katmanlar halinde üst üste

uygulanabilir. Örneğin savunma alanında kullanılan dürbünlerdeki mercekler; aynı anda hem uzak mesafelerde daha net görüntülerin elde edilmesi için AR kaplamaya, yüzeyinin çizilmesini ve aşınmasını önlemek için sertlik kaplamasına ve camın toz, kir ve leke tutmasını önleyen su itici kaplamalara sahiptir.

Yansıtmasız (AntiRefle-AR) kaplamanın çalışma prensibi yansıyan iki ışık ışını arasında yıkıcı girişim oluşturmaktır.



Figür 1. Bir alttaş yüzeyine, kırılma indisi n_1 ve kalınlığı d_1 olan yansıma önleyici kaplama yapılmasının şematik gösterimi.

Kırılma indisi, yansıtıcı ya da yansıtmaz kaplamalar, kenar filtreleri, dikroik yansıtıcılar, polarizörler, lazer yansıtıcılar ve spektral filtreler için çok katmanlı kaplama tasarımlarında ayırt edici öneme sahip bir özelliktir.

Kırılma indisi n_2 olan bir alttaş yüzeyine, kırılma indisi n_1 ve kalınlığı d1 olan yansıma önleyici kaplama yapılması halinde (n_o=havanın kırılma indisi=1 olmak üzere) yansıma miktarı

$$R = \frac{\left(n_0 n_s - n_1^2\right)^2}{\left(n_0 n_s + n_1^2\right)^2} \qquad (1.1)$$

ile verilen “Fresnel Denklemleri”nden hesaplanabilir. Bu eşitliğe göre;

$n_1 > n_s$ olduğunda yansıtıcılık artar,

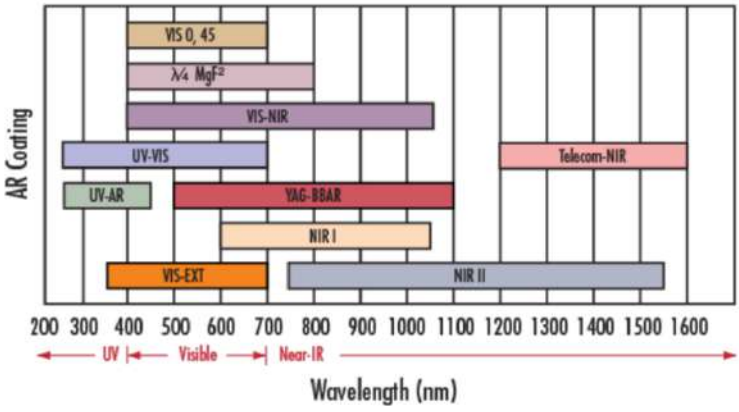
$n_1<n_s$ (ya da $n_s>n_1$) olduğunda ise yansıtıcılık azalır.

Eğer yansıtıcılığın sıfır olması istenirse; (1.1) bağıntısından;

$$\eta_1 = \sqrt{n_0 n_s} \qquad (1.2)$$

koşulunun sağlanması gerekir.

Yansımanın azaltılarak ışığın geçirgenliğinin arttırılması ve dolayısıyla görüş kabiliyetinin iyileştirilmesi maksadıyla gözlük camlarında kullanılan kaplama malzemeleri (1.2) bağıntısı ile verilen kırılma indisleri arasındaki ilişki koşulunu sağlayacak şekilde seçilir. Camın kırma indis değeri n_s=1,52 ve havanın kırma indisi olarak da n_o=1 olarak alındığında; minimum yansıtma ve maksimum geçirgenlik için kullanılacak malzemenin kırma indisinin $\eta_1 = \sqrt{n_0 n_s}$ = $\eta_1 = \sqrt{1{,}52}$ =1,23 olması gerektiği sonucu çıkar. Bu nedenle gözlük camlarında ya da optik sistemlerin görüntü verimliliğini artırmak için 1,23 değerine en yakın kırılma indisine sahip MgF_2 (n=1,38) kaplamaları (ince filmleri) tercih edilir.

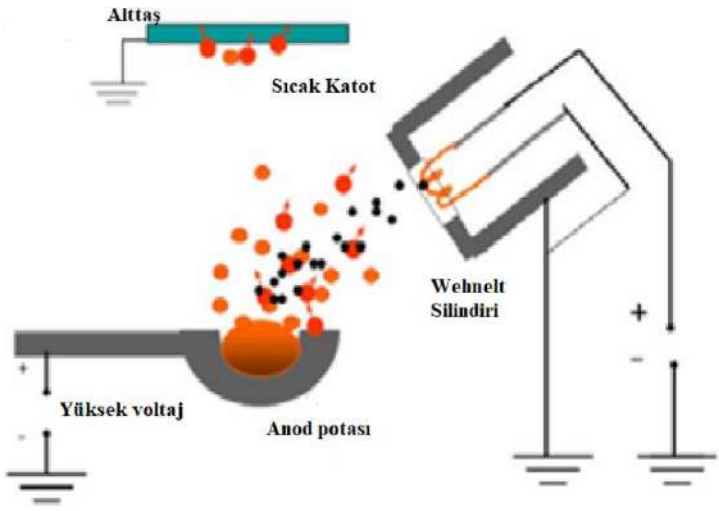


Figür 2. Dalgaboyu seçim tablosu.

MATERYAL & YÖNTEM

Bu çalışmada Termiyonik Vakum Ark (TVA) tekniği ile görünür ve kızılötesi bölge için yansıma önleyici tek yarıiletken ince film numuneler geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geniş geçirgenlik aralığı, düşük kırılma indisi değeri (n=1,38) ve yüksek mukavemet özelliklerinden dolayı görünür ve

yakın kızılötesi (NIR) bölgede çok iyi bir AR kaplama malzemesi olarak kullanılan MgF_2 (magnezyum florür) seçilmiştir.



Figür 3. Deney düzeneğinin şematik gösterimi (Surdu-Bob C., 2007)

Termiyonik Vakum Ark (TVA) tekniği; metal, seramik, yarıiletken gibi hemen hemen her materyalin plazmasını üretebilen bir tekniktir.

TVA sisteminin vakum odası içinde, katottan yayınlanan elektronlar ve elektrotlar arasına uygulanan voltaj ile anot materyalinin saf, gaz karışımı içermeyen ve yüksek iyonlaşma dereceli plazması oluşturulur.

Yüksek saflıktaki katmanların sentezini sağlayan hiçbir tampon gaz veya katalizöre gerek olmadığı da belirtilmelidir. Sistem vakum içine yerleştirildiği için, ısı iletimi için partiküller mevcut değildir ve bu yüzden alttaş sadece yüzeye çıkan iyonlar tarafından ısıtılır. Bu, TVA yöntemini plastiklere ve diğer düşük ısıya dirençli malzemelere biriktirmek için uygun kılar. Bu düşük ısı iletimi, biriktirme yöntemini endüstriyel olarak rekabetçi kılan enerji kaybını en aza indirir.

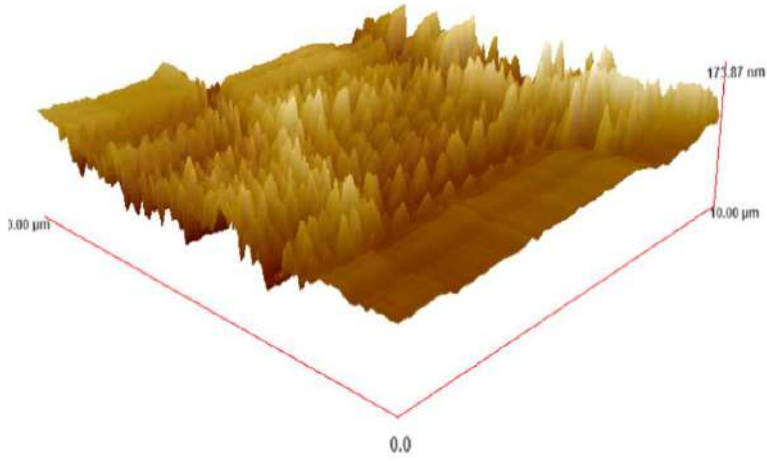
TVA tekniği, pek çok yeni teknolojik uygulamada kullanılmaktadır.

İyonların alttaşa taşınması çarpışma olmadan yapıldığından, iyon enerjisi, plazma potansiyeli ile genellikle topraklanan alttaş potansiyeli arasındaki potansiyel farkıyla verilir. İyon enerjisi, deney sırasındaki plazma parametreleri tarafından tamamen kontrol edilebildiğinden, TVA yöntemi önemli bir ince film teknolojisi olma potansiyeline sahiptir.

TVA plazması kullanılarak elde edilen filmler çok yapışkan, kompakt, pürüzsüz ve saftır.

BULGULAR

Elde edilen 300^0C'de tavlanmış MgF_2 ince filmi için AFM görüntüsü; Yüzeyde yüksek yansıma varsa yüzeyin pürüzsüz olacağı düşünüldüğünden 300^oC'de tavlanmış numunenin yüksek pürüzlülük değeri filmin oluştuğu sonucunu desteklemektedir. Cam üzerinde elde edilmek istenilen MgF_2 ince filminin oluşumunda tavlama sıcaklığının etkisi pozitif yönde etkili olmuştur.

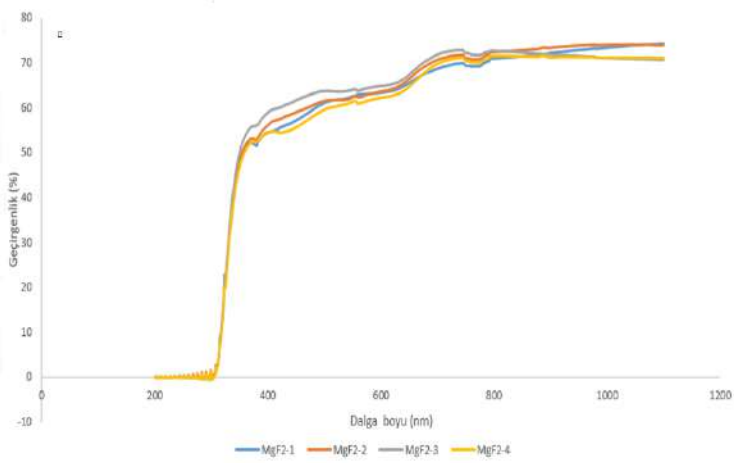


Figür 4. Tavlanmış MgF_2 filmi için 3 Boyutlu (10x10 µm) AFM (yandan) görüntüsü.

Pürüzlülük Parametreleri	
Katsayı	**Değer**
Ortalama (Ra)	13,36 nm
Kare kök ortalama (Rq)	17,45 nm
Çarpıklık (Rsk)	0,259
Basıklık (Rku)	3,966
Maksimum	173,87 nm
Minumum	0,00 nm
Zirveden zirveye	173,87 nm
On nokta yüksekliği	169,62 nm

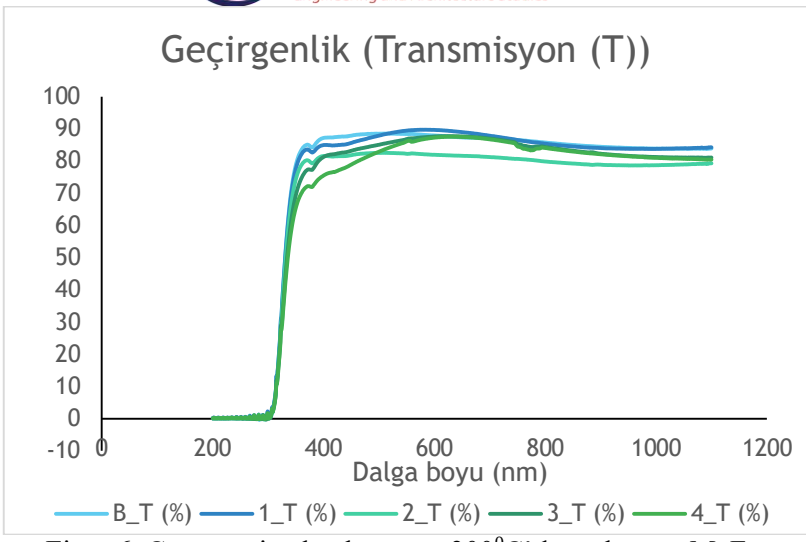
Figür 4.'deki AFM görüntüsüne ait pürüzlülük parametreleri.

Cam üzerine kaplanan (tavlanmamış) MgF_2 numunelerin UV-Vis geçirgenlik spektrumları Figür5.'de görüldüğü şekilde elde edilmiştir.



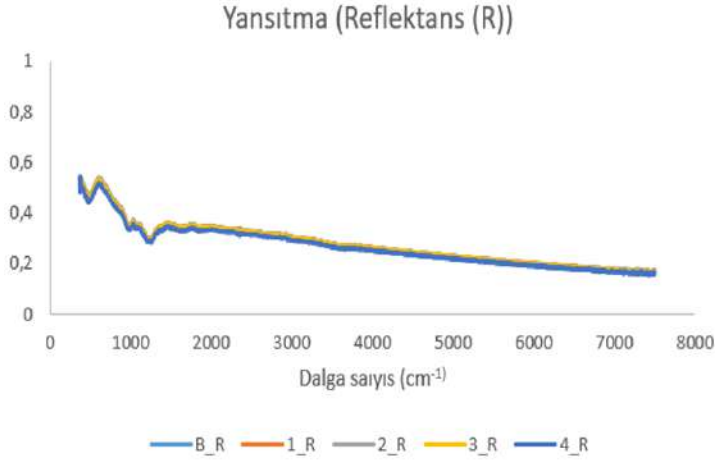
Figür 5. Cam üzerine kaplanan tavlanmamış MgF_2 numunelerin UV-Vis geçirgenlik spektrumları.

Figür 6.'da görüldüğü gibi cam üzerine kaplanan (300^0C'de tavlanmış) MgF_2 filmlerin UV-Vis geçirgenlik (Transmisyon (T)) spektrumlarında %80'in üzerinde bir geçirgenlik elde edilmiştir.



Figür 6. Cam üzerine kaplanan ve 300^{0}C'de tavlanmış MgF_2 numunelerin UV-Vis geçirgenlik spektrumları.

Cam üzerine kaplanan (300^{0}C'de tavlanmış) MgF_2 filmlerin elde edilen Yansıtma (Reflektans (R)) spektrumları ise Figür 7.'de görülmektedir.



Figür 7. Cam üzerine kaplanan ve 300^{0}C'de tavlanmış MgF_2 numunelerin FTIR geçirgenlik spektrumları.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Tavlama sıcaklığının kristal yapı oluşumunda önemli bir etken olduğu bilinmektedir. İleriki çalışmalarda; çoklu katmana sahip MgF_2 ince filmler elde edilerek, elde edilecek filmlerin geçirgenliğinin arttırılmasına

yönelik tavlama sıcaklığının arttırılmasının sonuçlara etkisi gözlemlenebilir.

KAYNAKLAR

1. Surdu-Bob C., 2007, General Characteristics of the Thermoionic Vacuum Arc Plasma, Journal of Optoelectronics and Advanced Materials Vol. 9, No. 9, p. 2932 – 2934.
2. Musa G., Baltog A., Popescu A, Betiu N., Mustata I., 1986, Electrical and Spectral Characteristics of a Heated Cathode Discharge in Metal Vapors, Contributions to Plasma Physics Vol.26, p.171.
3. Özkan, M., 2010, Termiyonik Vakum Ark (TVA) Tekniği ile II-VI Grubu Bazı Yarıiletken Bileşiklerin İnce Filmlerinin Üretilmesi ve Bazı Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
4. Kavaklı G.İ. ve Kantarlı K., 2002, Cam Yüzeyleri İçin İnce Film Yansıtmaz Kaplamalar, Anadolu University Journal of Science and Technology, Vol.:3 – No: 1 : s. 161-166.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

EXPLORATION OF THE PLASMA PARAMETERS IN SEMICONDUCTOR PLASMA SYSTEM WITH SIC CATHODE

Hatice Hilal Kurt[1] & Evrim Tanrıverdi[2]
1.Department of Physics, Faculty of Science, Gazi University, 06500 Teknikokullar, Ankara, Turkey hkurt@gazi.edu.tr
2. Department of Physics, Faculty of Science, Gazi University, 06500 Teknikokullar, Ankara, Turkey

Abstract: Exploration of the plasma properties were studied in a micro-discharge gap with SiC cathode. SiC is famous for power device applications and high-temperature system in the optoelectronic. In addition, it has application such as resistance heating and semiconductor process equipment. COMSOL Multiphysics programme is very useful to calculate the plasma related parameters. Electron densities and electron potential distribution have been found in the system. The diameter of the SiC is 25 mm and the thickness is around 1 mm. The interelectrode distance was changed between 50 □m and 300 □m.

Keywords: *SiC, COMSOL, plasma*

1. INTRODUCTION

SiC is wide band gap semiconductor material which is used for high temperature applications and it shows high thermal conductivity to compared with Si. In addition, SiC has the breakdown value which is 10 times higher than Si. Semi-insulating (SI) silicon carbide substrates are used for high power microwave devices that is achieved by deep level tarps from either impurities or intrinsic defects into the material near the middle of the bandgap. It is assumed that intrinsic defects with deep levels are responsible for the SI properties of undoped material [1-5]. The present study focused on the foundation of the plasma parameters such as electron density and potential distributions in a microdischarge system with SiC cathode. Those plasma parameters have been calculated by using simulation programme in a wide pressure range.

2. RESULT AND DISCUSSION

Figure 1 shows the electron distributions in the case of 100 mm and for 300 Torr. The maximum electron density is reached around 1.0097×10^{13} m^{-3} . As shown in the figure 1, electron distribution exist

along the whole volume of discharge cell and it is homogeneous according to obtained result.

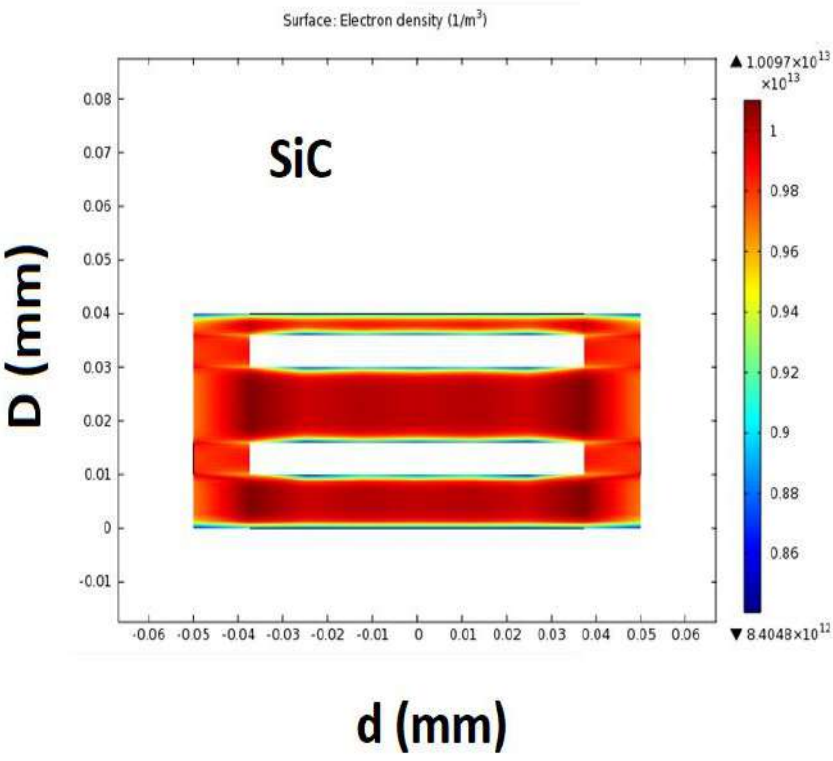


Figure 1. Electron density graph for SiC electrode in the case of d = 100 □m and 300 Torr.

We cannot find some plasma parameters experimentally. For this reason, Comsol is very useful simulation programme to get unknown plasma parameters. Figure 2 shows the potential distribution between SiC cathode and thin film covered SnO_2 anode.

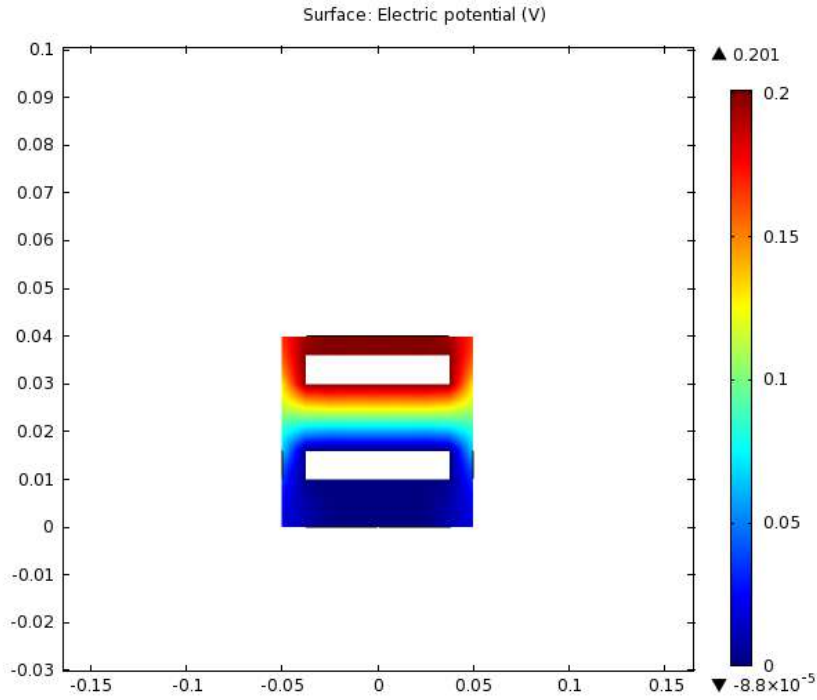


Figure. 2 Potential distribution map for SiC electrode in the case of d = 100 □m and p = 300 Torr.

As seen in figure 2, potential distribution is higher around the anode region and higher value with regard to cathode region. The upper electrode is anode, the bottom electrode is cathode for our simulation. Red color shows that electric field distribution is bigger close by anode.

3. CONCLUSION

Electron distributions and potential map have been calculated theoretically due to the redistribution of the electric field in the cell. That allows us to get information about the appearance of gas discharge across the gap when the potential was applied to the cell. The properties of the dc plasma with SiC were studied via COMSOL software in the case of different voltage input and pressure settings.

REFERENCES

[1] T.P. Smith, R.F. Davis, in Encyclopedia of Materials: Science and Technology, 2001.
[2] A.R. Bunsell, in Encyclopedia of Materials: Science and Technology, 2001.
[3] Kalabukhova, E.N.; Lukin, S.N.; Savchenko, D.V.; Mitchel, W.C. & Mitchell, W.D. (2004). Photo-EPR and Hall measurements on Undoped High Purity Semi-Insulating 4HSiC Substrates. Materials Science Forum, Vol. 457-460, June 2004, 501-504, ISSN 0255- 5476
[4] T.P Pearsall, Ed. Properties, Processing and Applications of Indium Phosphide, IEE/INSPEC (The Institution of Electrical Engineers, London, 2000).
[5] R. A. Stradling and P. C. Klipstein, Growth and Characterisation of semiconductors, (Adam Hilger, Bristol and New York, 1990).

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

OPTOELECTRONIC FEATURES OF THE ZnSe BASED PLASMA SYSTEM

Hatice Hilal Kurt
Department of Physics, Faculty of Science, Gazi University,
06500 Teknikokullar, Ankara, Turkey
hkurt@gazi.edu.tr

Abstract: II-VI group Infrared sensitive ZnSe material has been used as an electrode in dc plasma system. Electron densities, electron temperatures, electrical potential and mean electron energies were calculated theoretically using COMSOL multiphysics programme. The role of voltage change and pressure on the system characteristics have been presented. Argon was used as inert gas between ZnSe cathode and thin film covered anode. When the voltage is increasing in plasma system, the structure of the plasma changed and also electron mean energies have increased. ZnSe was chosen due to far infrared sensitivity of the material. ZnSe is wide band gap material which is used also optical lens in optoelectronic applications.The pressure range varies from 5 Torr to 100 Torr.

Keywords: *ZnS, COMSOL, plasma*

I. INTRODUCTION

ZnSe belongs the II-VI group compound materials which have the important applications in the area of high surface to volume ratio and Nano devices. ZnSe has the direct band interval with the gap band energy of 2.78 eV [1-3]. In addition, ıt has been used as light emitting diodes, solar cells and ınfrared radiation recording in optoelectronic [1-3]. More recently, the optical and structural properties of the ZnSe has gained the great interest with the aim of sustainable development in the Infrared technology due to increasing demand for those materials. The effect of the plasma parameters on the properties of semiconductor nanoparticles is a well-studied discipline.

In this work, theoretical studies were conducted to make explanations on the plasma parameters which might not been obtained by experimental techniques.

II. RESULT AND DISCUSSION

The electrical potential distribution of the electrons was investigated using COMSOL simulation tool in an optoelectronic plasma device with ZnSe material. Using the plasma parameters

including gas pressure p, distance gap d and voltage, this potential distribution is obtained.

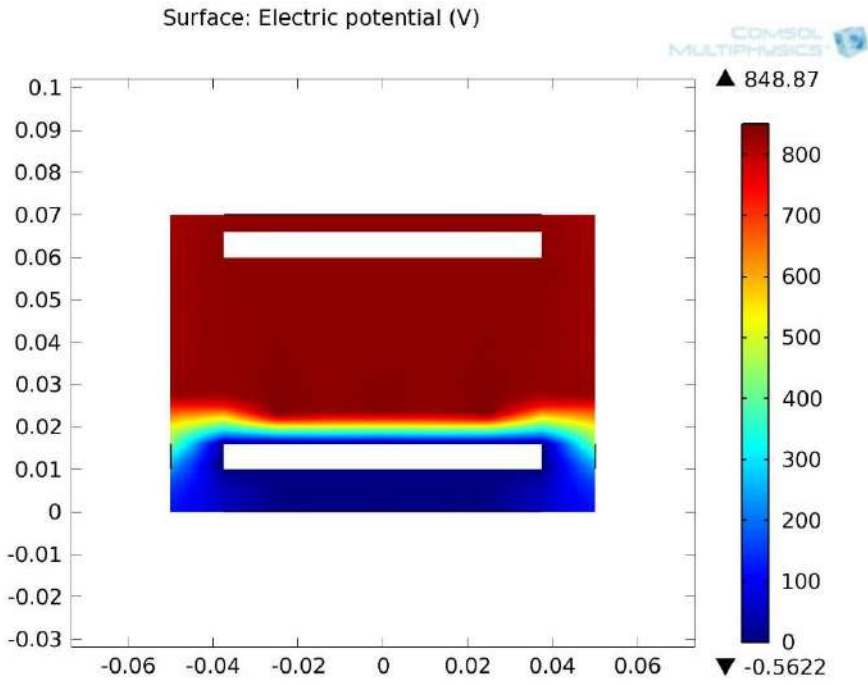


Figure 1. Potential distribution map for ZnSe material.

The distribution of the electrons varies with regard to electric field strength in the plasma. When the electric potential is changed, the electrons take positions according to value of electric field and current density value inside plasma chamber. As shown in the figure, potential distribution tends to accumulate around the cathode. Space charges and secondary electron emission effect is vital in this process. In this calculation, interelectrode distance is kept on the 500 μm.

Figure 2 shows the electron temperature inside the plasma chamber. From the figure, ıt is seen that electron temperature is almost homogeneous between cathode and anode. It is important to get stable electron temperature value in the plasma. Because, the increase in temperature cause the damage in the resolution of the images in Infrared image converters.

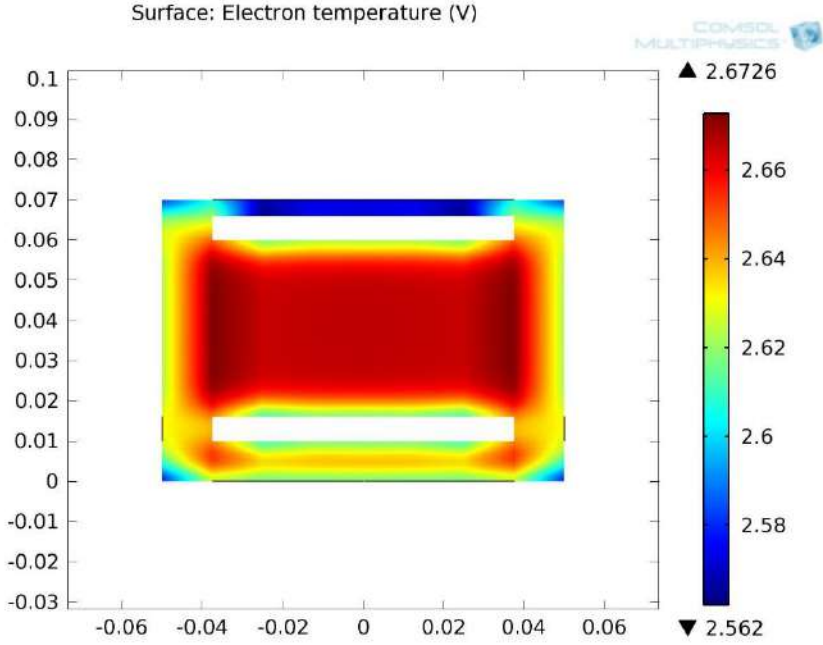


Figure 2. Temperature map for ZnSe.

III. CONCLUSION

II –VI group famous Infrared detector material ZnSe is used the cathode in plasma system. The potential distribution and temperature distribution is calculated via COMSOL physics programme. The main parameter is the electric field strength because it causes the electron distribution by governing the physical chemical process in the plasma.

REFERENCES

[1] Maria Cristina Penache, 'Study of High-Pressure Glow Discharges Generated by Micro-Structured Electrode (MSE) Arrays', Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften vorgelegt beim Fachbereich Physik der Johann Wolfgang-Goethe-Universität in Frankfurt am Main, 2002.

[2] Hutchinson, I. H. Principles of Plasma Diagnostics. 2nd ed. Cambridge: Cambridge UP, 1987. Print.

[3]Madhu Valavala, Bhavya Kanchanapalli, Measurement of Air Breakdown Voltage Using Standad Sphere Gap Method, Journal of Electrical Engineering.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

THE EFFECT OF THE PLASMA-INP INTERACTION ON THE SYSTEM CHARACTERISTICS

Hatice Hilal Kurt

Department of Physics, Faculty of Science, Gazi University, 06500 Teknikokullar, Ankara, Turkey

Abstract: Plasma -InP material interaction plays important role on the system characteristics. InP is used due to its promising properties in optic and electronic. Current voltage curves have been obtained for different pressure regimes and for air and He environments. Experimental results show that Air gives better Infrared response with regard to He media. 3D CVC curves have been recorded for the various interelectrode distance d (50 □m-525 □m). It is found that pressure is very crucial for the transition mechanism from Townsend to Glow mode at different stages during dc discharge. The discharge is formed between InP electrode and thin film covered glass anode. The increasing voltage across the plasma cell contribute to the self-sustained discharge.

I. INTRODUCTION

InP based materials have always been the research focus because of the following reasons [1-4]: Indium phosphide (InP) provides very high current and discharge emission due to its direct bandgap of 1.34 eV at room temperature [1-4]. Thus, InP may be a perfect candidate for optoelectronics systems with plasma connected. Notably, a large research effort has been focused on the alloy semiconductors composed of a plurality of compound semiconductors. InP is an important III-V group semiconductor material which preferred in systems requiring rapid optoelectronic applications due to its high electron mobility. Therefore, determining the effect of plasma interaction on system characteristics will eliminate the current deficiency in this area. The InP material is in contact with plasma with one face. Current and radiation curves were obtained in different gas discharge environments. He and air were used as gas medium. Compared to air, he gas caused a lower breaking voltage. However, higher current and radiation values were obtained in the air environment. Different gas discharge ranges were used. Thus, the interaction with plasma in a detailed parameter range was investigated.

II. EXPERIMENTAL

We used commercial wafers of semi-insulating InP (001) with *Fe* doped. On top of the InP, we have deposited *Au* contact (40 nm) in the evaporation system under high vacuum condition. In the next step, we used InP material as a cathode in the plasma cell. Thin-film covered $Sn0_2$ has

been used as an anode. The resistivity of InP is on the scale of the 10^7 Ωcm. Measurements are conducted on the microplasma lab using a vacuum system up to 10^{-1} Torr.

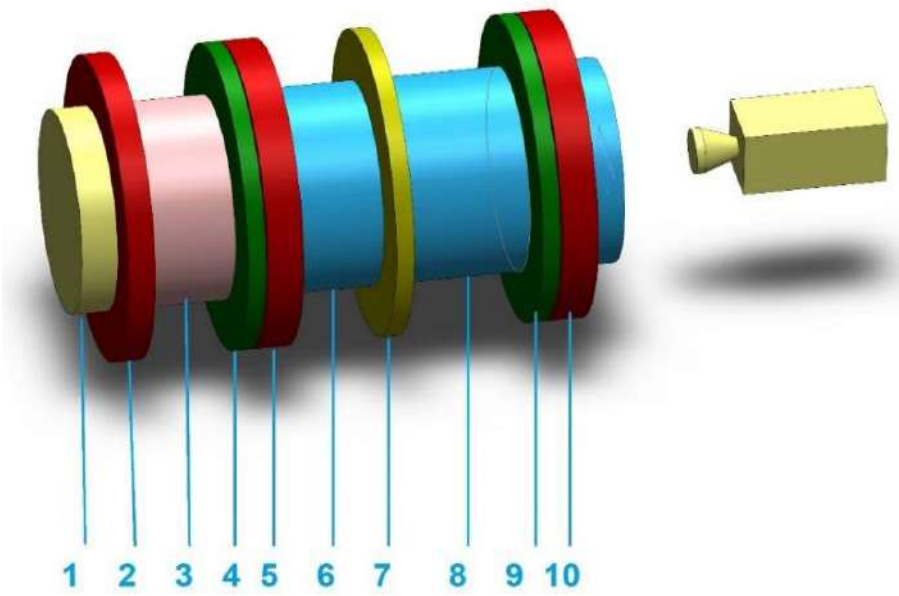


Figure 1. Micro discharge cell with one discharge gap : 1.a light source, 2. Si filter, 3. IR light beam, 4. semi transparent Au contact, 5. InP electrode, 6. gas discharge gap filled by air, 7. Mica foil, 8. UV- VIS light beam, 9. Transparent conductive SnO_2 electrode, 10. flat glass disc

III. RESULT AND DISCUSSION

The electron discharge emissions and current-voltage characteristics in plasma discharge are plotted as a function of the interelectrode distance *d*, gas pressure *p*, as shown in Fig.2. It is shown that air discharge exhibits better *CVC* values for all pressures.

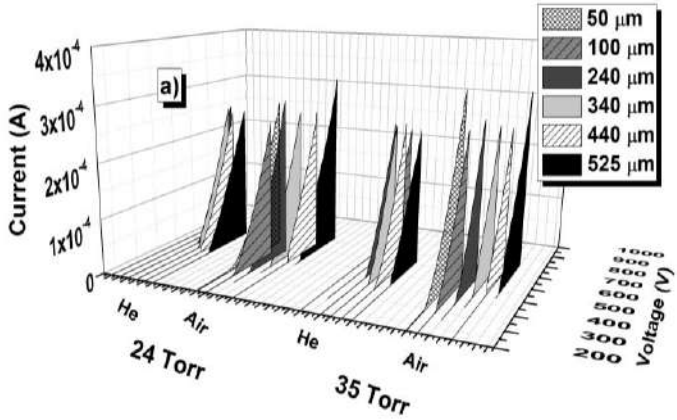


Figure 2. Variation of discharge current with pressure at different electrodes separations for different pressure regimes. **a)** CVCs for 24 and 35 Torr.

There exist very few electron-ion collisions in plasma at low-pressure ranges and the number of the secondary electrons is too low to sustain ionization in the discharge cell. It becomes frequent collisions at higher pressure values because electrons do not obtain sufficient energy to ionize gas atoms, the discharge is quenched and non-sustainable [5,6].

CONCLUSION

Some distinctive features of the electron densities in the plasma system with InP electro have been clarified, when the electron ionization and emission from the cathode are considered. Furthermore, an increase in the bias voltage at a constant gap distance can effectively enhance the electric field, electron density and also provides more energy to electrons, consequently leads to high discharge emission from the cell.

REFERENCES

[1] Z. Mia and Y.L. Chang, Journal of Nanophotonics. 3, 031602 (2009).
[2] S. J. Sweeney, J. Mukherjee, Optoelectronic Devices and Materials (Springer handbook of Electronic and photonic Material, 2017).
[3] R. I. Dzhioev, B. P. Zakharchenya, and V. G. Fleisher, JETP Lett. 14, 381 (1971).
[4] C. Caspers and J.P Ansermet, Applied Physics Letters. 105, 133110 (2014).
[5] Y. Fu, P. Zhang,and J. P. Verboncoeur, Applied Physics Letters. 113, 054102 (2018).
[6] V.I.Kolobov, A.Fiala, Phys.Rev. E. 50, 3018 (1994).

ISMS
International Symposium
on Academic Studies in Science,
Engineering and Architecture Studies

STATISTICS

İSTATİSTİK

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

AN ALTERNATIVE METHOD TO THE NEWTON-RAPHSON: GENETIC ALGORITHM

Abdullah Yalçınkaya[1] & Gamze Güven[2] & Hatice Şamkar[2] Birdal Şenoğlu[1]

[1]Department of Statistics, Faculty of Science, Ankara University, Ankara / Turkey

[2]Department of Statistics, Faculty of Arts and Science, Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir / Turkey

Abstract: In this study, we introduce an iterative numerical method called as Newton-Raphson (NR) and the search technique called as Genetic Algorithm (GA). These are very popular in many branches of science such as statistics, engineering and mathematics. The NR is a derivative-based method that needs an initial value and the derivatives of the objective function while GA is a heuristic search method that uses a search space and the objective function itself. Our aim is to highlight the problems encountered in NR. Specifically, if the objective function is multimodal then NR usually tends to get stuck to local optimum points while GA relaxes this problem. We show two illustrative examples about the usage of NR and GA algorithms. GA gives satisfactory results for multimodal objective functions. Therefore, the usage of GA which has not received too much attention in statistics and in the related areas is recommended for obtaining the point(s) minimizing or maximizing the multimodal objective functions.

Key Words: Genetic Algorithm, Newton-Raphson, Initial Value, Search Space, Multimodal Function

INTRODUCTION & THEORETICAL FRAMEWORK

Minimizing or maximizing a complicated objective function is a common problem in the context of statistics. However, it is often not possible to obtain the minimum or maximum points of the objective function explicitly. Therefore, we resort to iterative numerical methods using initial guess to compute successive approximate solutions. There exist various iterative methods in the literature, such as Newton-Raphson (NR), fixed-point iteration, secant, bisection, Nelder-Mead, iteratively re-weighting algorithm, etc.

In this study, we focus on NR method which is one of the most popular derivative based method. It can be derived directly from the Taylor series expansion to approximate the root(s) of an equation/function. It is very efficient in finding a simple root because of its quadratic convergence rate defined as the error in the current iteration proportional to the square of the previous error. On the contrary, its convergence rate is linear in case of

multiple roots so it is not efficient in finding optimal roots. NR requires initial value or initial guess which is very important for convergence. If this value is taken extremely far away from the root, slow convergence may be realized. Second disadvantage of NR method is that convergence to desired root is not guaranteed. In other words, the solution may oscillate near local minimum or maximum instead of the global minimum or maximum. Lastly, in one of the iterations, if the derivative of function is zero or enormously small, the next approximation in the iteration may far overshoot the true value of the root and the iteration might not converge at all (Verbeke & Cools, 1995; Maron & Lopez, 1982).

In this study, we introduce Genetic Algorithm (GA) which is a heuristic search technique inspired by law of natural selection and evolution as an alternative to NR (Whitley, 1994; Yalçınkaya, 2018). GA has more advantages over NR algorithm. Some of them are given as follows:

i) Identifying initial value close to the global minimum or maximum is problematic in NR, but GA uses interval, namely search space, containing the global minimum or maximum, instead of initial value. It is clear that using interval instead of a single point is more efficient way of obtaining the extreme points of the function.
ii) There is a risk of getting stuck to a local minimum or maximum for NR but GA relaxes this problem
iii) NR needs the derivatives of the objective function but GA needs only objective function itself (Yalçınkaya et al., 2018).

PURPOSE

The aim of this study is to optimize the multimodal objective function using the NR and GA algorithms and to compare their performances. Also, the problems encountered in NR is highlighted.

SCOPE

NR is widely used and well-known derivative-based method. But, it is problematic because of the reasons given above. In this study, we show that GA determines the points minimizing or maximizing the illustrative functions successfully where NR fails to determine them. Therefore, we recommend the usage of GA to the researchers studying in various areas of science such as statistics, mathematics, engineering, etc.

METHOD

In this section, we briefly introduce the NR and GA algorithms.

NR method:

The NR is an iterative method using the tangent of the function at the current iterative solution in order to find the solution in the next iteration. It can be used to solve the equation $f'(\boldsymbol{x}) = 0$ where $\boldsymbol{x} = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ for $p \geq 1$ or namely to determine the points maximizing/minimizing the function $f(\boldsymbol{x})$.

The outline of NR method is given below.

Step 1. Initial values $\boldsymbol{x}^{(0)} = (x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_p^{(0)})$ are identified.

Step 2. First and second derivatives of the objective function are computed in the mth iteration as follows

$$U = \left[\frac{\partial f}{\partial x_1^{(m)}} \quad \cdots \quad \frac{\partial f}{\partial x_p^{(m)}}\right] \text{ and } H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^{2(m)}} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^{(m)} \partial x_p^{(m)}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_p^{(m)} \partial x_1^{(m)}} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_p^{2(m)}} \end{bmatrix}, \; m = 0,1, \dots$$

respectively. Here, U and H are called as Gradient vector and Hessian matrix, respectively.

Step 3. Calculate $\boldsymbol{x}^{(\boldsymbol{m+1})} = (x_1^{(\mathrm{m+1})}, x_2^{(\mathrm{m+1})}, \dots, x_p^{(m+1)})$ by using the following equality

$$\begin{bmatrix} x_1^{(m+1)} \\ \vdots \\ x_p^{(m+1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1^{(m)} \\ \vdots \\ x_p^{(m)} \end{bmatrix} - H^{-1}\left(x_1^{(m)}, \dots, x_p^{(m)}\right) U\left(x_1^{(m)}, \dots, x_p^{(m)}\right).$$

Step 4. Stop the iterations when the condition

$\left\| x_1^{(m+1)} - x_1^{(m)}, \dots, x_p^{(m+1)} - x_p^{(m)} \right\| < \varepsilon$ is hold. Here, ε is predetermined small constant.

GA method

The GA is a heuristic search technique that randomly chooses some representative sampling from the search space and finds the optimal values (Samanta, 2014; Sivanandam & Deepa, 2008).

The steps of GA are summarized as follows

Step 1. The convergence criteria, the fitness (objective) function, the search space and the GA parameters, such as population size (N), selection rate (SR), number of elite individuals (E), crossover probability (CP) and mutation probability (MP), are identified.

Step 2. The initial population of N chromosomes are randomly generated from the search space. There exist many initialization strategies in the literature, here the strategy of generating random numbers from uniform distribution is used.

Step 3. The fitness function values for each chromosome in the population are evaluated and sorted from the best to the worst. Here, chromosomes corresponding to the bigger fitness values are classified as better or vice versa.

Step 4. At a predetermined selection rate, the solutions (individuals) having the worst fitness function values are replaced by new individuals generated randomly.

Step 5. Two parent chromosomes from the individuals except elite individuals are selected by using the roulette wheel method according to their fitness values (the better fitness value, the bigger chance to be selected).

Step 6. Crossover and mutation operators are performed to the candidate individuals according to CP and MP probabilities. Then a new generation is obtained.

Step 7. Go to Step 3, until the convergence criteria is satisfied.

FINDINGS

Here, we show two illustrative examples about the usage of NR and GA algorithms.

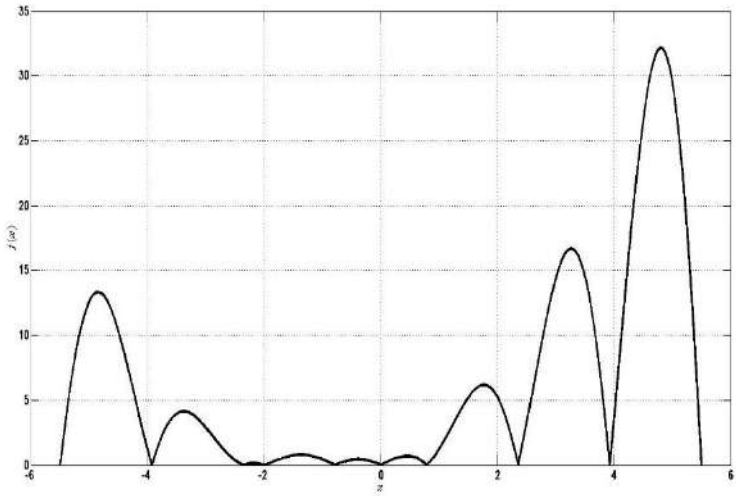
Case 1

Consider the following objective function which is continuous and twice-differentiable

$$f(x) = \begin{cases} |(x^2 + 2x)\cos(2x)|, & x \in [-5.5, 5.5], \\ 0, & otherwise. \end{cases}$$

See the following graph given in Figure 1 for better understanding the shape of $f(x)$.

Figure 1: Graph of the function $f(x)$.



Here, we use GA and NR methods to obtain the point (x^*) maximizing the function $f(x)$. x^* points obtained by using the NR and GA methods and the corresponding $f(x^*)$ values are given in Table 1 and Table 2, respectively.

Table 1. The results obtained by NR algorithm for different initial values.

Initial Value	x^*	$f(x^*)$
-5	-4.84827833	13.30237685
-3	-1.36896696	0.79443472
-1	1.76771881	6.15036010
2	1.76771881	6.15036010
3	3.26324408	16.66939743
4	1.76771881	6.15036010
4.5	4.80031424	32.14021826
5	4.80031424	32.14021826

Note that the number of iterations in NR is taken to be 1000 and SR, E, CP and MP in GA are taken as $1/3$, $(N * 0.1)$, 0.8 and 0.2, respectively.

Table 2. The results obtained by GA algorithm for different N values and number of iterations.

N	Number of iterations	x^*	$f(x^*)$
10	100	4.78338844	32.12099963
10	1000	4.80079495	32.14020269
10	10000	4.80069292	32.14020860
20	100	4.79309594	32.13671474
20	10000	4.80035023	32.14021817
30	10000	4.80038065	32.14021796
50	10000	4.80028771	32.14021821
100	10000	4.80031992	32.14021826

The objective function takes its maximum value $f(x^*) = 32.14021826$ at $x^* = 4.80031992$. Here, it can easily be seen from Table 1 and Table 2 that GA outperforms the NR since it provides good convergence in all cases. But, NR shows good performance only if the initial value is selected properly.

Case 2:

Consider the following objective function known as Rastrigin, see Omranpour et al.,(2012) and Kurahashi (2000).

$$f(x,y) = \begin{cases} 20 + x^2 + y^2 - 10[\cos(2\pi x) + \cos(2\pi y)], & (x,y) \in [-2,2] \times [-2,2], \\ 0, & otherwise. \end{cases}$$

It is obvious that it has two variables and is twice differentiable. See the following graph and the contour plot of $f(x,y)$ given in Figure 2 and Figure 3, respectively.

Figure 2: Graph of the function $f(x, y)$.

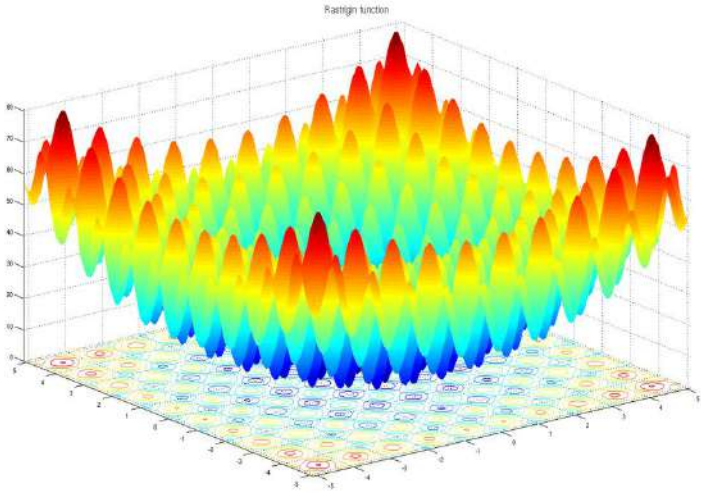
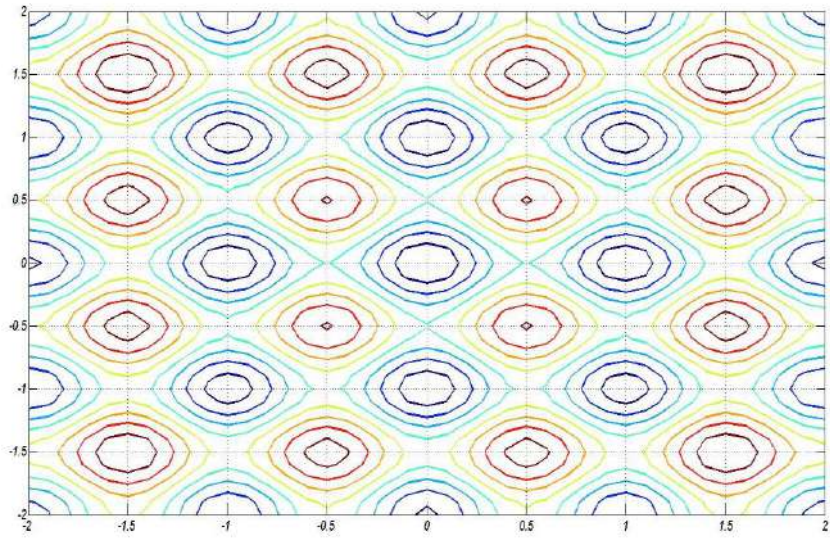


Figure 3: Contour plot of the function $f(x, y)$.



Here, our aim is to find the pair of points (x^*, y^*) minimizing the function $f(x, y)$ by using the GA and NR methods. We give the (x^*, y^*) points obtained by using the mentioned methods and the corresponding $f(x^*, y^*)$ values in Table 3 and Table 4.

Table 3. The results obtained by NR algorithm for different initial values.

Initial Value	(x^*, y^*)	$f(x^*, y^*)$
$(-1.2, -1.2)$	$(-0.9949, -0.9950)$	1.9899
$(-0.6, -0.6)$	$(-0.9949, -0.9949)$	1.9899
$(-0.25, -1.5)$	$(-0.0001, -1.9899)$	3.9798
$(0.2, -1.2)$	$(-0.0001, -0.9949)$	0.9950
$(0, -0.5)$	$(-0.0001, -0.9949)$	0.9950
(0.6,1)	(0.9949,0.9950)	1.9899
(0.5, 0.5)	(0.9950,0.9950)	1.9899
(0.4, 0.4)	$(0.00002606, -0.00000134)$	0.00000017
(0.2, 0.2)	$(-0.0000378, -0.00000211)$	0.00000028
(0.1, 0.1)	$(0.0000311, -0.00000247)$	0.00000019
(0,0)	(0,0)	0

Table 4. The results obtained by GA algorithm for different N values and number of iterations.

N	**Number of iterations**	(x^*, y^*)	$f(x^*, y^*)$
10	200	$(-0.0447, -0.0076)$	0.4051
30	200	$(-0.0276, -0.0340)$	0.3797
50	200	$(0.0111, 0.0022)$	0.0256
100	200	$(0.0098, -0.0002)$	0.0192
10	1000	$(0.0152, 0.0301)$	0.2253
30	1000	$(-0.0033, -0.0150)$	0.0467
50	1000	$(-0.0078, 0.0027)$	0.0134
100	1000	$(0.0013, 0.0080)$	0.0130

It should be noted that similar to case 1, the number of iterations in NR is taken to be 1000 and SR, E, CP and MP in GA are taken as $1/3$, $(N * 0.1)$, 0.8 and 0.2, respectively.

It is known that the unique global minimum of Rastrigin's function is $f(0,0) = 0$. In other words, $f(0,0) \leq f(x, y)$ for all (x, y) in the domain. It can be seen from Table 3 that NR algorithm shows very poor performance unless the initial value is close to $(0,0)$. Its performance becomes better than GA as the initial value is taken in the neighborhood of $(0,0)$. On the other hand, GA works pretty good in determining the (x^*, y^*) values where $f(x, y)$ becomes minimum for all N and number of iterations,

see Table 4. Also the performance of GA increases as N and number of iterations increase.

CONCLUSION

In the present study, we have introduced NR and GA methods and have given illustrative examples. The problem of getting stuck to local minimum or maximum for multimodal objective functions is highlighted. It can be seen from the findings of this study that GA provides better efficiency than the NR unless the initial value is appropriately selected. GA gives satisfactory results for multimodal objective functions. Therefore, the usage of GA is recommended for obtaining the point(s) minimizing or maximizing the multimodal objective functions.

REFERENCES

1. Kurahashi, S., & Terano, T. (2000). A genetic algorithm with tabu search for multimodal and multiobjective function optimization. *Proceedings of the 2nd Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation* (pp. 291-298). Morgan Kaufmann Publishers Inc.

2. Maron, M. J., & Lopez, R. J. (1982). *Numerical analysis: a practical approach*. New York: Macmillan.

3. Omranpour, H., Ebadzadeh, M., Shiry, S., & Barzegar, S. (2012). Dynamic particle swarm optimization for multimodal function. *International Journal of Artificial Intelligence*, *1*(1), 1-10.

4. Samanta, S. (2014). Genetic algorithm: an approach for optimization (using MATLAB). *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology*, *3*(3), 261-267.

5. Sivanandam, S. N., & Deepa, S. N. (2008). *Introduction to genetic algorithms*. Berlin: Springer

6. Verbeke, J., & Cools, R. (1995). The Newton-Raphson method. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *26*(2), 177-193.

7. Whitley, D. (1994). A genetic algorithm tutorial. *Statistics and computing*, *4*(2), 65-85.

8. Yalçınkaya, A., Şenoğlu, B., & Yolcu, U. (2018). Maximum likelihood estimation for the parameters of skew normal distribution using genetic algorithm. *Swarm and Evolutionary Computation*, *38*, 127-138.

9. Yalçınkaya, A. (2018). Parameter estimation of some nonnormal distributions using genetic algorithm for complete and censored samples (Ph.D. Thesis). Ankara University, Turkey

ISMS
International Symposium
on Academic Studies in Science,
Engineering and Architecture Studies

CHEMISTRY
KİMYA

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ÜÇ OKSOVANADYUM (IV) İÇEREN BİR KOMPLEKS SENTEZİ

Gühergül Uluçam[*] & Şevket Erol Okan[**] & Saban Aktas[***]

[*]Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, gulergul@trakya.edu.tr,
[**]Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, erolokan@trakya.edu.tr,
[***]Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, sabana@trakya@edu.tr

Öz: Metal kompleksleri, katalitik aktivite uygulamalarında, asimetrik katalizde ve polimer üretiminde kullanıldıkları gibi biyomedikal sondaj gereci olarak ve tedavi edici ilaçların hazırlanmasında da önemli rollere sahiptirler. Buna göre, bu komplekslerin önemli olduğu araştırma alanları olarak organometalik kimya, inorganik kimya ve supramoleküler kimya sayılabilir. Metal kompleksleri içinde okso-vanadyum (IV) kompleks sınıfının yeri, insülin görevi görebilen kimyasallar olarak gösterilmiş olmaları nedeniyle özeldir. Ayrıca, uzun etkili ilaçlar olarak antimikrobiyal, spermatisid, antioksidan, antitümör ve DNA bağlama uygulamalarında da kullanılabilirler. Azot ve oksijen donorlara sahip ligandlar biyolojik aktivite için gerekli olduklarından, bu tip ligandlar ile kurulan okso-vanadyum (IV) kompleksleri aktif bir araştırma alanı olma özelliğine sahiptir. Azot, oksijen ve kükürt gibi farklı donor atomlarına sahip olan tripodal ligandlar üç metal iyonu taşıyabileceklerinden ötürü önemlidirler ve geçiş metalleri ile kompleksler oluşturabilirler.
Bu çalışmada, üç VO (IV) iyonu taşıyan bir kompleks, templat yöntemiyle sentezlendi. Okso-vanadyumların (IV) ilk etapta furfural ile kilitlendiği reaksiyonda, daha sonra tris(2-aminoetil)amin ilavesiyle hedeflenen kompleks elde edildi. Kompleksin yapısı, FT-IR spektrumu, enerji-dağınımlı x-ışını spektroskopisi, termogravimetrik yöntemler, iletkenlik ve magnetik moment ölçümleri ile aydınlatıldı.

Anahtar Kelimeler: Furfural, tripod, VO (IV), templat.

GİRİŞ

Metal kompleksleri katalitik aktiviteleri (Subramani, 2009), biyomedikal kullanım alanları, terapisttik ilaç üretimi, asimetrik kataliz (Kataoka, 2008) ve polimer üretimi (Koc & Ucan, 2007). gibi pek çok uygulamada rol alması nedeniyle organometalik, koordinasyon ve supramoleküler kimyada geniş çapta bir araştırma konusudur (Sato, Takeda, Sakai, & Tsubomura, 1996) (Sato vd., 1996). Okso-vanadyum (IV) kompleksleri bu özelliklerinin yanı sıra, diyabet için kullanılan insülini taklit edebildiğinin saptanması nedeniyle ayrı bir öneme sahiptir (Zahid H. Chohan & Sumrra, 2012; Geary, 1971).

Bu çalışmada, üç adet VO(IV) iyonuna sahip bir $[C_{21}H_{36}N_4O_{12}V_3](SO_4)_3$ kompleksi templat yöntemiyle sentezlendi. Kompleksin yapısı, FT-IR ve EDX spektroskopik yöntemleri,

termogravimetrik analiz, magnetik suseptibilite ve iletkenlik ölçümü ile aydınlatıldı.

MATERYAL VE YÖNTEM

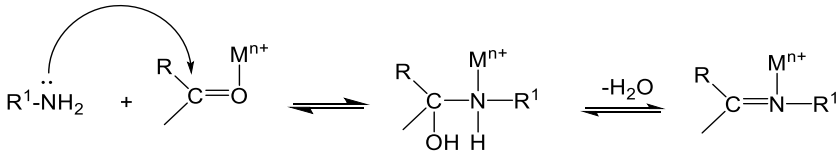
Materyal

FT-IR spektrumu için 450-4000cm^{-1} aralığında Perkin-Elmer BXII spektrometresi kullanıldı. Termogravimetri ölçüm, 20ºC ile 1200 mLºC sıcaklık aralığında, azot atmosferi altında (20mL.min^{-1}) 10ºC.min^{-1} ısıtma hızında Seiko SII TG-DTA 6300-TG/DTA ile yapıldı. Kimyasal bileşim, EVO LS 10 model Elektron Mikroskobu (SEM-TEM-EDX) ile belirlendi.

Molar iletkenlik, Jenco 3173 kullanılarak ölçüldü. Magnetik suseptibilite değerleri Sherwood Scientific Magnetic Susceptibility Balance kullanılarak ölçüldü.

Yöntem

Templat (metal iyon-kontrollü) yöntemin amacı, lineer polimerizasyonun ve çeşitli reaksiyon rekabetini önleyen stratejileri seçerek, istenilen ürünün oluşmasını sağlamaktır. Okso-vanadium (IV) kompleksinin sentezlendiği reaksiyon mekanizması Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Templat sentez için kullanılan genel mekanizma

Ürün, sentezlerde uygun şartlar sağlanmadığı zaman polimerik olarak oluşabilir. Eğer reaktantlarda ya da ürün moleküllerde potansiyel donor atomlar bulunursa, bileşiklerin sentezi için farklı metotlar kullanmak mümkündür.

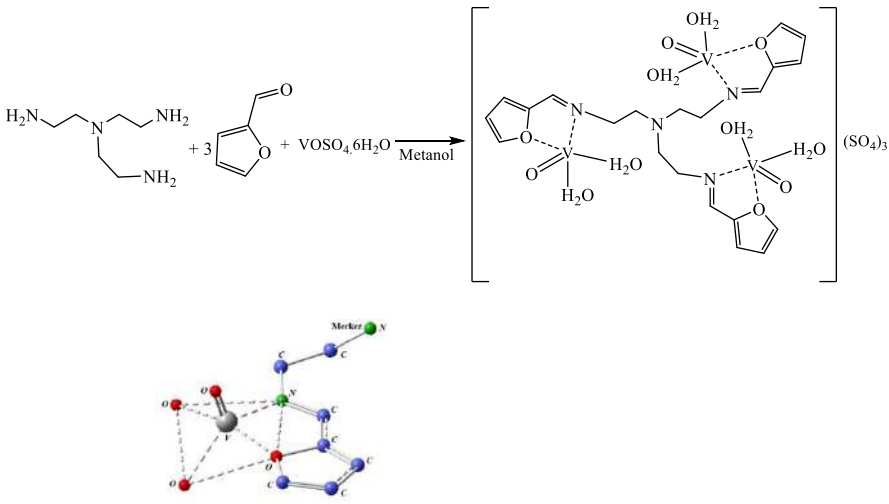
Donor atomlarının yeri sebebiyle, metal iyonları bu tip süreçleri kontrol edebilir. Bu yöntem templat sentez olarak bilinir. Ürünlerin oluşmasını sağlayan metal iyonu, yönlendirici olarak görülebilir.

Sentez

Şekil 2 hedeflenen kompleks için templat sentezini şematik olarak göstermektedir Aromatik aldehit (3 mmol furfural) ve VO (IV) tuzu (3

mmol $VOSO_4.H_2O$) metanolde karıştırıldı ve 1-2 saat geri soğutucu altında ısıtıldı.

Daha sonra 1 mmol tris(2-aminoetil)amin 50 mL metanolde çözülerek yavaş yavaş (en az 1-2 saat içinde) ilk çözeltiye ilave edildi. 7-8 saat reflaks yapıldı. Renkli çözelti sıcak süzülerek oda sıcaklığında kristallendirilmeye bırakıldı. Kompleks koyu yeşil renkli toz katı formda elde edildi.



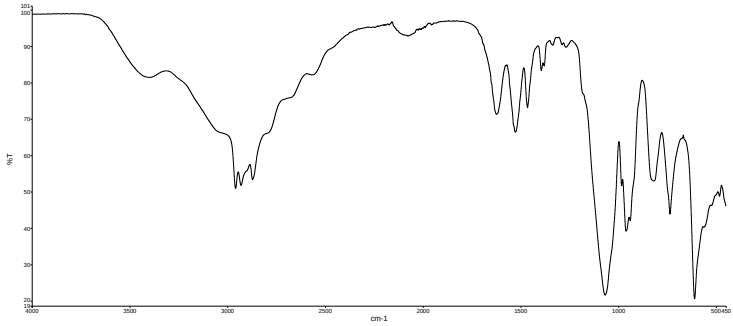
Şekil 2. $[C_{21}H_{36}N_4O_{12}V_3](SO_4)_3$ kompleksi için templat sentez reaksiyonu ve kompleksin bir kolunun hidrojen atomlarının ihmal edildiği üç boyutlu temsili görüntüsü.

Şekil 2 aynı zamanda oluşan kompleksin bir koluna ait okso-vanadyum (IV) en yakın komşuları ile oluşturması beklenen kare piramidal geometriyi de içermektedir.

BULGULAR

FT-IR sonuçları

Kompleksin FT-IR spektrumu Şekil 3'de verilmektedir. Sırasıyla 1624 cm^{-1} deki imine ait ν(C=N), 1295 cm^{-1} de furana ait ν(C-O) titreşimleri ile birlikte okso-vanadyum (IV) varlığını gösteren 998 cm^{-1} de ν(V=O), 668 cm^{-1} de ν(V-N) ve 492 cm^{-1} de ν(V-O) titreşimleri gözlenmiştir. Bu gerilmeler kompleksin karakteristik titreşimlerine karşılık gelmekte ve öngörülen yapıyı desteklemektedir (Teixeira, Marcolino-Júnior, Fatibello-Filho, Dockal, & Cavalheiro, 2004; Yaul, Pethe, Deshmukh, & Aswar, 2013).

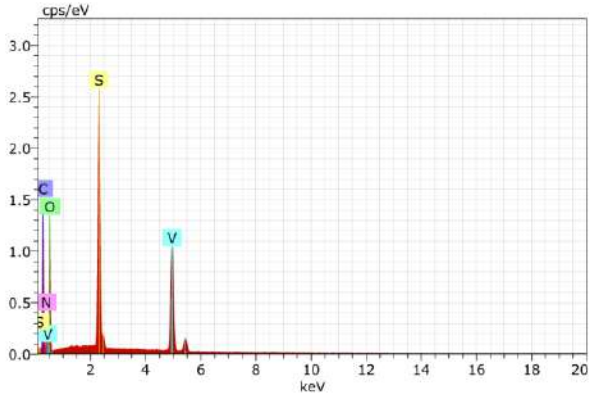


Şekil 3. Kompleksin FT-IR spektrumu

Sentezlenen kompleksin FT-IR spektrum değerlerine göre başlangıç maddesinde bulunan primer amine ait karakteristik simetrik ve asimetrik ν(NH_2) gerilim titreşimleri ve aldehite ait ν(C=O) gerilim titreşimi kompleks spektrumunda kaybolmuştur. Yerine halkaya ve imine ait ν(C=N) gerilim titreşimleri oluşmuştur. Ayrıca yine komplekste suya ait yayvan ν(OH) gerilmeleri gözlenmektedir.

EDX sonuçları

Kompleks için enerji dispersiyonu x-ışını (EDX) spektrumu Şekil 4'de gösterilmektedir. Spektrumda, komplekste bulunan tüm elementler beklenilen spektrum değerlerinde gözlenmekte ve özellikle okso-vanadyuma ait verilerin bulunması kompleksin oluştuğunu kanıtlamaktadır (Chaliampalias, Vourlias, Pavlidou, & Chrissafis, 2012).



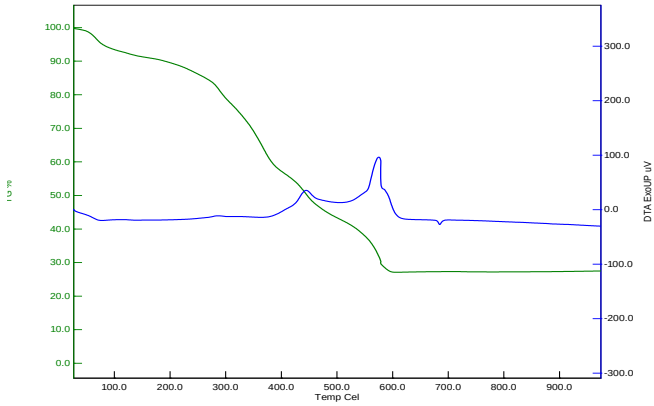
Şekil 4. Kompleksin EDX spektrumu

EDX spektrumundan elde edilen element analizi (% ağırlıkça) bulunan deneysel veriler %C 28.74(±4.22), %N 5.14(±1.94), %O 39.73(±4.45), %S 10.42(±0.40) ve %V 15.90(±0.39) olarak gerçekleşmiştir. Bu değerler, hesaplanan %C 26.80, %N 5.95, %O 40.79,

%S 10.22, %V 16.24 değerleri ile karşılaştırıldığında tutarlıdır (Suppiah vd., 2017).

TG-DTA Analizi

TG-DTA cihazında 5-10 mg arasında değişen miktarlarda krozeye alınan kompleksin, azot gazı altında 25-1000 °C sıcaklık aralığında yanması sağlanmıştır. Kompleks bileşik için sıcaklık artışına karşı madde miktarındaki azalma Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Kompleksin TG-DTA spektrumu

$[C_{21}H_{36}N_4O_{12}V_3](SO_4)_3$ için, 25-250ºC sıcaklık aralığında ilk aşamadaki kütle kaybı % 11 bulunmuş ve 6 mol su için hesaplanan değer % 11,07 ile tutarlıdır. Kompleksin spektrumunun ikinci aşamasında 250-600ºC sıcaklık aralığında tahmin edilen kütle kaybı %60 iken, hesaplanan organik kısım için %59,72 bulunmuştur. Kalan metal oksit miktarı, 600-900ºC sıcaklık aralığında toplam kütlenin %29'una karşılık gelen 3 mol metal oksit %29,21 olarak hesaplanmıştır.

İletkenlik ve Manyetik Moment

Kompleksin iletkenlik ölçümü, 1 mmol DMF çözeltisinde ve 25°C 'de gerçekleştirildi. Molar iletkenlik değeri 164 $\Omega^{-1}cm^2mol^{-1}$ ölçüldü. Bu değer, sülfatın komplekste karşı iyon halinde bulunması durumunda ortaya çıkan iletkenliğin kanıtı olduğu bu konuda daha önce yapılan iletkenlik ölçümlerine dayanarak söylenebilir (Zahid H. Chohan & Sumrra, 2012; Z. H. Chohan, Sumrra, Youssoufi, & Hadda, 2010; Geary, 1971). Komplekslerin geometrik yapısının belirlenmesinde manyetik suseptibilite değeri de çok kullanılan bir parametredir. Oda sıcaklığında 1.71 BM ölçülen manyetik suseptibilite değeri, okso-vanadyum (IV) kollarının her birinin kare-piramidal geometrisine sahip olduğunu göstermektedir. Çünkü bu ölçüm tek bir eşleşmemiş elektrona sahip olan diğer okso-vanadyum (IV) kompleksleri ile uyumludur (Raman, Raja, &

Sakthivel, 2008; Sahani, Yadava, Pandey, & Sengupta, 2014). Ayrıca kompleksin bir kolu üzerinde yapılan ve Şekil 2'de yansıtılan gaussian hesaplamaları da bozunmuş kare piramidal geometrisi ile manyetik suseptibilite ölçümlerini desteklemektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Templat yöntemi ile $[C_{21}H_{36}N_4O_{12}V_3](SO_4)_3$ ile ifade edilebilecek bir okso-vanadyum (IV) kompleksi sentezlendi. Bileşik koyu yeşil renkte ve katı toz formda elde edildi. Yapı aydınlatması için FT-IR, EDX spektrometrik yöntemleri ile birlikte, TG-DTA, iletkenlik ve manyetik suseptibilite ölçümleri kullanıldı.

FT-IR spektrumunda kompleksin oluştuğuna kanıt olabilecek imin ve furan gerilmeleri ve okso-vanadyum (IV) varlığını gösteren gerilmeler de gözlendi. Metal iyonlarının varlığı EDX spektrumunda da gözlendiği gibi bu spektrumdan elde edilen element analizi sonuçları ile hesaplanan değerler arasında dikkat çekici bir tutarlılık gözlendi. TG-DTA sonuçları ise sentezlenen kompleksin üç basamakta parçalandığını yansıtmaktadır. Birinci basamakta, kristal ve koordinasyon suyu kayıpları, ikinci basamakta, organik kısımlara ait parçalanmalar ve yüksek sıcaklıklardaki üçüncü basamakta vanadyum dioksit kaldığı görülmüştür. Deneysel sonuçlar hesaplanan sonuçlar ile uyum içerisindedir.

İletkenlik ölçümlerinde ön görülen yapıya uygun sonuçlar bulunmuştur. Manyetik suseptibilite değeri ise yine ön görüldüğü gibi kare piramidal geometriyi işaret etmektedir. Bu bulgulara göre kompleksin üç kolundaki verici atomlarının üç vanadyum iyonu ile koordine olduğu ve koordinasyonlarının su iyonları ile tamamlandığı söylenebilir. Üç okso-vanadyum (IV) iyonu barındıran kompleksin biyolojik aktivitelerinin belirlenmesinin ve bu sonuçların daha az sayıda okso-vanadyum (IV) barındıran kompleksler için elde edilen biyolojik aktivite sonuçları ile karşılaştırılmasının önemli sonuçlar doğurabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Chaliampalias, D., Vourlias, G., Pavlidou, E., & Chrissafis, K. (2012). Examination of the oxidation resistance of Cr–Mo–V tool steel by thermal analysis. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 108*(2), 677-684. doi:10.1007/s10973-011-2073-9

Chohan, Z. H., & Sumrra, S. H. (2012). Synthesis, characterization and biological properties of thienyl derived triazole Schiff bases and their oxovanadium(IV) complexes. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry, 27*(2), 187-193. doi:10.3109/14756366.2011.582686

Chohan, Z. H., Sumrra, S. H., Youssoufi, M. H., & Hadda, T. B. (2010). Metal based biologically active compounds: design, synthesis, and antibacterial/antifungal/cytotoxic properties of triazole-derived Schiff bases and their oxovanadium(IV) complexes. *European Journal of Medicinal Chemistry, 45*(7), 2739-2747. doi:10.1016/j.ejmech.2010.02.053

Geary, W. J. (1971). The use of conductivity measurements in organic solvents for the characterisation of coordination compounds. *Coordination Chemistry Reviews, 7*(1), 81-122. doi:https://doi.org/10.1016/S0010-8545(00)80009-0

Koc, Z. E., & Ucan, H. I. (2007). Complexes of iron(III) salen and saloph Schiff bases with bridging 2,4,6-tris(2,5-dicarboxyphenylimino-4-formylphenoxy)-1,3,5-triazine and 2,4,6-tris(4-carboxyphenylimino-4′-formylphenoxy)-1,3,5-triazine. *Transition Metal Chemistry, 32*(5), 597-602. doi:10.1007/s11243-007-0213-7

Raman, N., Raja, J. D., & Sakthivel, A. (2008). Design, synthesis, spectroscopic characterization, biological screening, and DNA nuclease activity of transition metal complexes derived from a tridentate Schiff base. *Russian Journal of Coordination Chemistry, 34*(6), 400-406. doi:10.1134/s107032840806002x

Sahani, M. K., Yadava, U., Pandey, O. P., & Sengupta, S. K. (2014). Synthesis, spectral characterization and antimicrobial studies of nano-sized oxovanadium(IV) complexes with Schiff bases derived from 5-(phenyl/substituted phenyl)-2-hydrazino-1,3,4-thiadiazole and indoline-2,3-dione. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc, 125*, 189-194. doi:10.1016/j.saa.2014.01.041

Sato, T., Takeda, H., Sakai, K., & Tsubomura, T. (1996). Two novel types of metal complexes derived from tripod amines and acetylacetone. *Inorganica Chimica Acta, 246*(1), 413-421. doi:https://doi.org/10.1016/0020-1693(96)05129-8

Subramani, P. (2009). Characterisation of nickel(II) schiff base complexes derived from acetylacetone or salicylaldehyde with tripod amine. *Rasayan Journal of Chemistry, 2*, 935-936.

Teixeira, M. F. S., Marcolino-Júnior, L. H., Fatibello-Filho, O., Dockal, E. R., & Cavalheiro, É. T. G. (2004). Voltammetric determination of dipyrone using a N,N'-ethylenebis(salicylideneaminato)oxovanadium(IV) modified carbon-paste electrode. *Journal of the Brazilian Chemical Society, 15*, 803-808.

Yaul, A., Pethe, G., Deshmukh, R., & Aswar, A. (2013). Vanadium complexes with quadridentate Schiff bases: Synthesis, characterization, thermal and catalytic studies. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 113*. doi:10.1007/s10973-012-2745-0

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

3,5-DİAMİNO-1,2,4-TRİAZOL MOLEKÜLÜ İLE MODİFİYE EDİLMİŞ CAMSI KARBON ELEKTROT YÜZEYİNDE 8-NİTROKİNOLİNİN ELEKTROKİMYASAL DAVRANIŞI VE VOLTAMETRİK TAYİNİ

Electrochemical Behavior and Voltammetric Determination of 8-nitroquinoline in The Modified Carbon Electrode Surface Modified with 3,5-Diamino-1,2,4-Triazole Molecules

Tuğba Tabanlıgil Calam[1]

1 (Dr.) Gazi Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Ankara-Türkiye, ttabanligil@gazi.edu.tr

Öz: Bu çalışmada ilk olarak, 35DT-GC modifiye elektrot yüzeyinde 8NQ tayini için uygun olan destek elektrolit ortamı ve destek elektrolitin pH değeri belirlenmiştir. Farklı tarama hızlarında 8NQ'nun 35DT-GC modifiye elektrot yüzeyindeki yükseltgenme piki kullanılarak elektrokimyasal davranışı incelenmiştir. 35DT-GC elektrodunun 8NQ tayinindeki tekrarlanabilirliği ve kararlılığı incelenmiştir. 8NQ tayinine girişim yapabilmesi olası olan türlerin etkisi incelenmiştir. 35DT-GC elektrodu ile 8NQ için çalışma aralığı 5×10^{-8} – $2{,}5\times10^{-5}$ M ve 5×10^{-5} – $1{,}4\times10^{-3}$ M olmak üzere iki doğrusal bölge elde edilmiştir. Tayin sınırı (LOD) değeri $1{,}73\times10^{-8}$ M olarak belirlenmiştir. Ayrıca hazırlanan 35DT-GC modifiye elektrodunun 8NQ tayini için tekrarlabilirliği ve kararlılığı tespit edimiştir. Son olarak 35DT-GC elektrodunun analitik performansını incelemek amacıyla sentetik olarak hazırlanan ve gerçek numune olarak kullanılan deniz suyunda 8NQ tayini yapılmıştır. Deniz suyunda yapılan tayinde % bağıl standart sapma değeri (%BSS) %1,15, %Bias değeri %3,17 olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: 8-nitrokinolin, voltametrik tayin, elektrokimyasal davranış, diferansiyel puls voltametrisi

Abstract: In this study, firstly, the support electrolyte medium and its pH value were determined suitable for the determination of 8NQ on 35DT-GC modified electrode surface. Electrochemical behavior of the 8NQ at the 35DT-GC modified electrode surface at different scanning rates was investigated using the oxidation peak. The reproducibility and stability of the 35DT-GC electrode in the 8NQ determination was investigated. The effects of the species that could interfere with the determination of 8NQ were investigated. The 35DT-GC electrode yielded two working range of 5×10^{-8} - 2.5×10^{-5} M and 5×10^{-5} - 1.4×10^{-3} M for 8NQ. The detection limit (LOD) values was found as 1.73×10^{-8} M. Furthermore, the reproducibility and stability of the prepared 35DT-GC modified electrode for 8NQ determination were investigated. Finally, in order to examine the analytical

performance of 35DT-GC electrode, 8NQ was determined in seawater prepared synthetically and used as real sample. The relative standard deviation value (% BSS) was% 1,15 and % Bias value was % 3,17.

Keywords: 8-nitroquinoline, Voltammetric Determination, Electrochemical Behavior, Differential Pulse Voltammetry

1. GİRİŞ

Kinolinler ve türevleri kimyasal tepkimelerde genellikle katalizör olarak kullanılırlar ve korozyonu inhibisyonu inhibe etme özelliğine sahiptirler. Ayrıca alkaloit, boya ve bazı ilaçların primerleridir [1]. Kullanım alanları nedeniyle çevreye kirlilik olarak sızmaktadır [2]. Bu nedenle çevre, fenol ve türevleri, katekol, kinolin ve türevleri gibi birçok ekotoksik bileşikle giderek daha fazla kirlenmektedir. Örneğin, kinolinler deniz yosununun fotosentezini inhibe ederler [3]. Bunun yanında retina ve göz lensinin yapısında değişikliğe neden olurlar. Kinolinin türevi olan nitrokinolinler, çevrenin ekolojik yapısını bozmakla beraber, kanserojen ve mutojenik olmaları nedeniyle insan sağlığı için önem teşkil etmektedir [5,6]. Bu nedenle bu bileşiklerin eser miktarlarının belirlenmesi önemlidir. Literatürde, nitrokinolinlerin (özellikle 8-nitrokinolinin (8NQ)) tayinleri sınırlı olmakla beraber, bazı çalışmalarda HPLC [7], gaz kromatografisi [8], damlayan civa elektrot ile yapılan elektrokimyasal yöntemler [9] kullanılarak nitrokinolinlerin tayini yapılmıştır.

Elektrokimyasal yöntemlerin kullanımında tayin işlemlerinin basit ve hızlı olması, herhangi bir ön hazırlık işleminin gerekmemesi, pahalı ekipmanlara ihtiyaç duyulmamasından dolayı ucuz ve basit bir yolla tayin mümkündür [10]. Bu nedenle elektrokimyasal yöntemler çok tercih edilmekte ve kullanılan en çekici yöntemler arasında yer almaktadır. Ayrıca elektrokimyasal yöntemlerde, yüzey modifikasyonu yapılması sonucunda çalışma elektrodu olarak kullanılabilecek olan materyal sayısının fazla olması ve bu yüzeylerin elektrokimyasal tayinlerinde çeşitli analitik avantajlar sunması, bu yöntemlere olan ilgiyi artırmaktadır [11]. Ayrıca yüzey modifikasyon işlemi sırasında fazladan uygulanacak her bir adım ilave hata getirebileceğinden ve fazla zaman kaybına sebep olabileceğinden dolayı, daha az sayıda işlem basamağı ile oluşturulan yüzeyler tercih edilir olmuştur. Pratik yollarla hazırlanan elektrotlar günlük hayatta daha uygulanabilir ve tercih edilir bir durumdadır [12].

Bu çalışmada, camsı karbon elektrot (GC) yüzeyinde 3,5-diamino-1,2,4-triazole (35DT) molekülünün elektropolimerizasyonu ile modifikasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve 35DT-GC modifiye elektrodu hazırlanmıştır. Hazırlanan elektrot ile 8NQ tayini yapılmıştır. Bu amaçla ilk önce 35DT-GC elektrodu ile 8NQ tayini için uygun olan destek elektrolitin türü ve pH değeri belirlenmiştir. Belirlenen ortamda 8NQ

molekülünün elektrokimyasal davranışı incelenmiştir. Modifiye yüzey ile 8NQ tayininde çalışma aralığı ve tayin sınırı (LOD) gibi analitik parametreler belirlenmiştir. Ayrıca 35DT-GC modifiye yüzeyinin tekrarlanabilirlik ve kararlılık çalışmaları yapılmış olup, 8NQ tayinine girişim yapabilecek olası türlerin etkisi incelenmiştir. Çalışmada son olarak, gerçek numune olarak kullanılan deniz suyunda 8NQ tayini yapılmış ve 35DT-GC modifiye elektrodu 8NQ tayininde iyi bir performans sergilemiştir.

DENEYSEL METOT

Kullanılan Kimyasallar ve Cihazlar

Kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıktadır. Çalışmada kullanılan 35DT, 8NQ, fosforik asit, perklorik asit, potasyum klorür (KCl) ve etanol Sigma-Aldrich marka kullanılmıştır. Sodyum asetat, asetik asit (buzlu), sodyum fosfat monobazik, sodyum fosfat dibazik, borik asit ve sodyum hidroksit Merck marka kullanılmıştır. 8NQ'nun stok çözeltisi, ultra saf su kullanılarak 1 x 10^{-2} M derişiminde hazırlanmıştır. GC elektrodun kaplaması için kullanılan 1×10^{-3} M 35DT çözeltisi 0,1 M KCl çözeltisinde hazırlanmıştır.

Elektrokimyasal deneyler, üç elektrot sistemi bulunduran ve bilgisayar ile kontrol edilebilen bir potansiyostat (CHI marka ve 660B model) kullanılarak yapılmıştır. Çalışma elektrotu olarak modifiye edilmiş GC elektrodu (BAS, MF-2012, geometrik alan 0,071 cm^2), karşıt elektrot olarak platin tel (BAS, MW-1032) ve referans elektrot (BAS, MF-2052) olarak Ag/AgCl/KCl(doy.) elektrot kullanılmıştır. 30 cm^3 hacimli üç elektrotlu bir elektrokimyasal hücre kullanılmıştır. Elektrokimyasal ölçümlerde CV ve DPV teknikleri kullanlmıştır.

Elektrot yüzeylerinin temizlenmesi işleminde kullanılan ultrasonik banyo Bandelin marka Sonatax super modeldir. Hazırlanan çözeltilerin pH ayarlamaları için kullanılan dijital pH metre Thermo marka Orion 5 Star modeldir.

35DT-GC modifiye elektrodunun hazırlanması

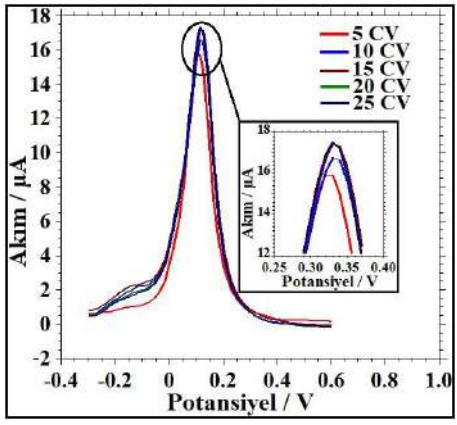
Yüzeyin kaplanması işleminden önce GC elektrotlarının temizleme işlemi yapılmıştır. Elektrotlar parlatma pedi (Buehler®) üzerinde 0,3 ve 0,05 µm boyutlarına sahip süspansiyon şeklindeki alümina tozları ile eşit sayıda dairesel hareketlerle temizlenmiş ve ultra saf su ile durulanmıştır. Her biri 15'er dakika olmak üzere, GC elektrotlar sırasıyla etanol ve su içerisinde sonike edilmiştir. Yüzeyi temiz GC elektrotlar 1×10^{-3} M 35DT çözeltisine daldırılmıştır. 35DT-GC modifiye elektrotlarının modifikasyonu, 0,1 Vs^{-1} tarama hızı ve 15 çevrim sayısı ile -0,8 ve +1,8 V

potansiyelleri arasında CV tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 35DT-GC modifiye elektrotlar kullanım öncesi ultra saf suyla durulanmıştır.

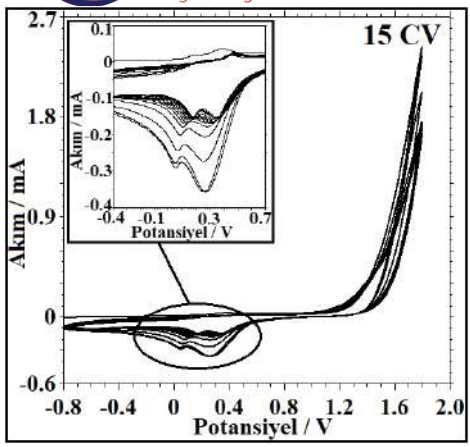
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

35DT-GC modifiye elektrodun hazırlanması

Yüzey kaplama işleminde ilk önce, uygun olan çevrim sayısına karar verilmiştir. Bu amaçla, 8NQ'nin anodik pik akımının, çevrim sayısı ile değişimi incelenmiştir. Öncelikle, 5, 10, 15, 20 ve 25 çevrim sayılarında kaplama yapılmıştır. Şekil 1'de, 5×10^{-5} M 8NQ'nun farklı çevrim sayısı ile hazırlanmış 35DT-GC elektrot ile elde edilen ait DP voltamogramları verilmiştir. 8NQ'nun anodik pik akımı 15 CV'ye kadar artış göstermiş ve sonra sabit kalmıştır. Bu nedenle, 35DT-GC elektrodunun hazırlanması için uygun çevrim sayısının 15 CV olduğuna karar verilmiştir. Şekil 2'de 15 çevrim ile, 35DT moleküllerinin GC yüzeyine polimerizasyonunu gösteren çoklu CV'ler verilmiştir. 35DT için ilk taramada, yaklaşık +0,2 ve +0,35 V'da tersinmez indirgenme piki, +0,4 V'da tersinmez yükseltgenme piki görülmüştür. Çevrim sayısının artması ile, indirgenme pikleri +0,05 ve +0,25V'a, yükseltgenme pik akımı ise yaklaşık +0,5V'a kaymıştır. Ayrıca Şekil 2'de görüldüğü gibi, çevrim sayısının artması ile indirgenme pik akımları artış göstermiştir. Bu durum, her bir tarama ile 35DT moleküllerinin GC elektrot yüzeyinde elektropolimerize olarak biriktiğini göstermektedir [13].



Şekil 1. Farklı çevrim sayıları (5, 10, 15, 20 ve 25) ile hazırlanmış 35DT-GC elektrot ile 5×10^{-5} M 8NQ'ya ait DP voltamogramları



Şekil 2. Yalın GC elektrot yüzeyine 35DT moleküllerinin 15 çevrim ile kaplanmasına ait çoklu-dönüşümlü voltamogram.

35DT-GC elektrot yüzeyinde 8NQ'nun elektrokimyasal davranışı

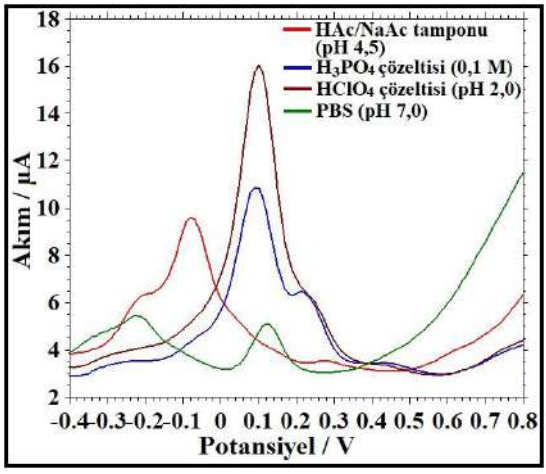
Destek elektrolit türünün ve pH'ının 8NQ'nun yükseltgenme pikine etkisi

Destek elektrolit ve onun pH değerinin 8NQ'nun anodik pikine etkisi DPV tekniği kullanılarak incelenmiştir (Şekil 3). Bu amaçla, asetat tamponu (HAc/NaAc) (pH 4,5), fosforik asit (0,1 M) (H_3PO_4), perklorik asit (pH 2,0) ($HClO_4$) ve fosfat tamponu (PBS) (pH 7,0) ortamları destek elektrolit olarak kullanılmıştır. Bu ortamlarda, 5×10^{-5} M 8NQ'nun anodik pik akım değerleri sırasıyla 3,96, 7,36, 12,72 ve 1,99 µA olarak bulunmuştur. Şekil 3'de görüldüğü gibi, 8NQ'ya ait en büyük anodik pik akım değeri $HClO_4$ çözeltisinde elde edilmiştir. Bu nedenle, destek elektrolit olarak $HClO_4$ çözeltisi seçilmiştir.

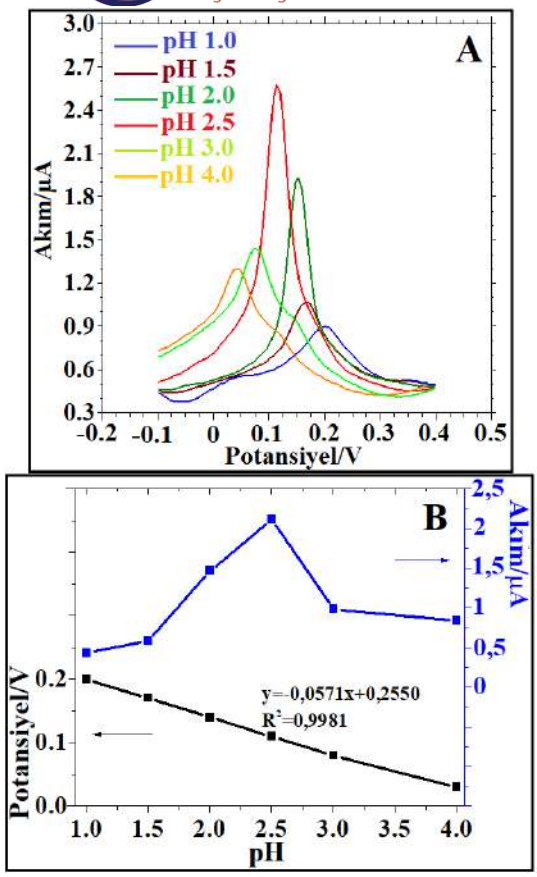
Destek elektrolit ortamının pH etkisini incelemek için 1,0 ve 4,0 pH aralığında (pH 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 4,0) $HClO_4$ çözeltileri hazırlanmıştır. 5×10^{-5} M 8NQ'nun DP voltamogramları Şekil 4A'da verilmiştir. 8NQ'nun anodik pik akım değeri, çözeltinin pH değişiminden (Şekil 4B) etkilenmiştir. En büyük pik akım değeri pH 2,5 $HClO_4$ çözeltisinde elde edilmiştir. Bu nedenle, en uygun destek elektrolit ortamı olarak pH 2,5 $HClO_4$ olarak seçilmiştir. Bununla birlikte, pH değeri büyüdükçe, 8NQ'nun anodik pik potansiyeli (Epa) negatife kaymaktadır (Şekil 4B). pH değişimine karşı pik potansiyelinin değişimini veren doğru denklemi Epa = -0,0571 pH + 0,2550 (R^2 = 0,9981) şeklindedir. Bu durum, 8NQ'nun yükseltgenme tepkimesinin doğrudan protonlarla ilişkili olduğunu göstermektedir. dEp/dpH = 2,303mRT/nF olarak bilinen Nernst denklemi

[14] kullanılarak m/n değeri hesaplanmış ve 0,97 (yaklaşık 1) olarak bulunmuştur. Bu sonuç, 8NQ'nun yükseltgenme sürecinde proton ve elektron sayılarının eşit olduğunu göstermektedir. Nernst denkleminde T sıcaklığı (298,15 K), R gaz sabitini (8.314 JK^{-1} mol^{-1}), F faraday sabitini (96485 C mol^{-1}), m ve n ise sırasıyla proton ve elektron sayılarını ifade etmektedir.

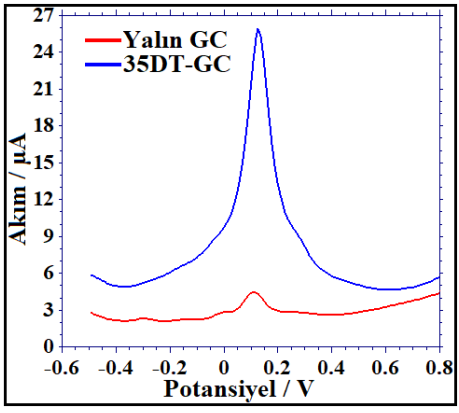
Şekil 5'de, pH 2,5 $HClO_4$ ortamında yalın GC ve 35DT-GC elektrotlar ile elde edilmiş 5×10^{-5} M 8NQ'ya ait DPV'ler verilmiştir. 8NQ'nun anodik pik akım değeri, 35DT-GC elektrot ile 21,17 x 10^{-6} A'dir. Bu değer, yalın GC elektrotla elde edilen değerden ($2,08\times10^{-6}$ A) 10,2 kat daha büyüktür. Bu sonuç, 8NQ tayini için 35DT-GC elektrodunun iyi bir alternatif elektrot olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. Farklı destek elektrolit ortamlarında 35DT-GC elektrot ile alınmış 5×10^{-5} M 8NQ'nun DP voltamogramları.



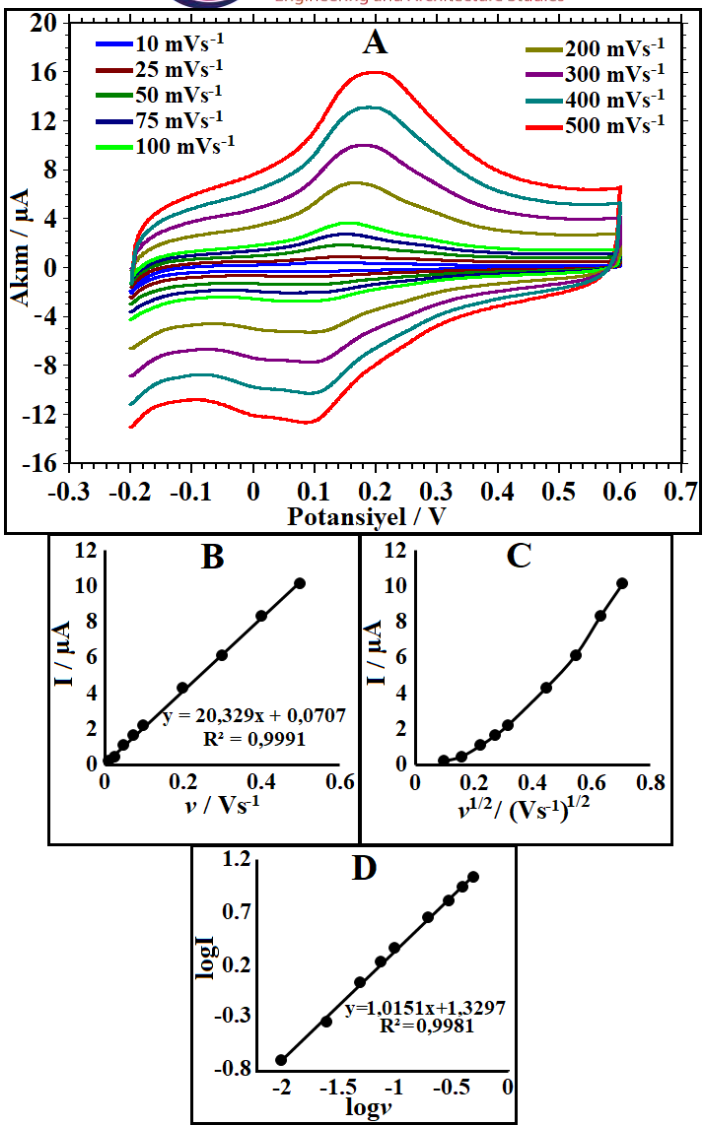
Şekil 4. A. 35DT-GC elektrot yüzeyinde farklı pH değerlerideki (1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0 ve 4,0) $HClO_4$ çözeltisinde 5×10^{-5} M 8NQ'nun DP voltamogramları, B. pH'ya karşı akım ve potansiyel grafiği.



Şekil 5. pH 2,5 $HClO_4$ ortamında 5×10^{-5} M 8NQ'nun yalın GC ve 35DT-GC elektrotları ile elde edilmiş DP voltamogramları

Tarama Hızının Etkisi

0,01 ve 0,5 Vs^{-1} arasında değişen tarama hızlarının, 35DT-GC elektrot yüzeyinde 50 µM 8NQ'nun yükseltgenmesine olan etkisi incelenmiştir. Farklı tarama hızlarında alınan CV'ler Şekil 6A'da verilmiştir. Tarama hızı arttığında, yükseltgenme pik akımları kademeli olarak artmıştır. Şekil 6B'de, tarama hızının (ν) artışı ile yükseltgenme pik akım (I) değerlerinin doğrusal olarak arttığı görülmektedir. Şekil 6B'de verilen doğrunun denklemi $I(\mu A)=20{,}329\nu(Vs^{-1})+0{,}0707$ şeklindedir. I-ν grafiğinin doğrusal olması 35DT-GC modifiye elektrodu yüzeyinde 8NQ'nun yükseltgenmesi olayının adsorpsiyon kontrollü olduğunu göstermektedir [10]. Bununla beraber, Şekil 6C'de verilen I-$\nu^{1/2}$ grafiğinin doğrusal olmaması durumu da 8NQ'nun yükseltgenmesi olayının adsorpsiyon kontrollü olduğunu göstermektedir [10]. Ayrıca logI-logν grafiğinin eğimi elektrot yüzeyinde gerçekleşen elektrokimyasal sürecin difüzyon yada adsorpsiyon kontrollü oluşu hakkında bilgi vermektedir. Şekil 6D'de verilen logI-logν grafiğinin eğim değerinin (1,0151) teorik değer olan 1 değerine yakın olmasından dolayı modifiye yüzeyde gerçekleşen yükseltgenme sürecinin adsorpsiyon kontrollü olduğunu göstermektedir[14]. Bu doğrunun denklemi $\log I=1{,}0151\log\nu+1{,}3297$ ($R^2=0{,}9981$) olarak elde edilmiştir.

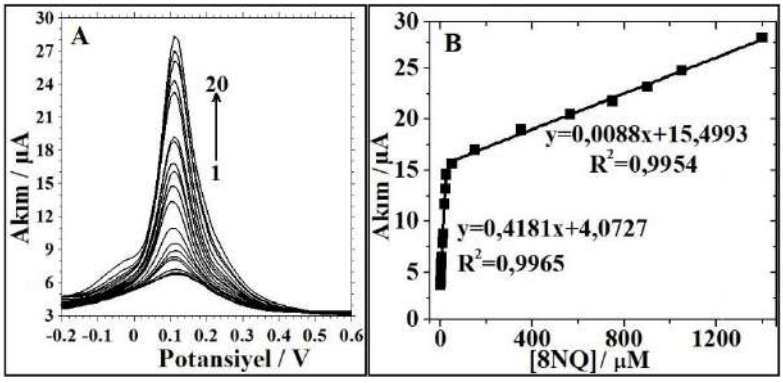


Şekil 6. A. 0,01, 0,025, 0,05, 0,075, 0,1 0,2 0,3 0,4 ve 0,5 Vs^{-1} tarama hızlarında 5×10^{-5} M 8NQ'ya ait dönüşümlü voltamogramlar, B. I-*v* grafiği, C. I-$v^{1/2}$ grafiği, D. logI-log*v* grafiği.

35DT-GC modifiye elektrodun analitik performansı

35DT-GC elektrodunun 8NQ tayini üzerindeki analitik performansı incelenmiştir. Şekil 7A'da ortama 8NQ ilavesi ile elde edilen DP voltamogramları verilmiştir. 8NQ derişiminin artışı ile anodik pik akım

değerlerinin doğrusal olarak arttığı görülmektedir. Oluşturulan kalibrasyon grafiğinde (Şekil 7B), eğimi farklı, 5×10^{-8} – $2{,}5\times10^{-5}$ M ve 5×10^{-5} – $1{,}4\times10^{3}$ M olmak üzere iki doğrusal çalışma aralığı elde edilmiştir. Bu iki çalışma aralığı bölgeleri için tayin sınırı (LOD) değerleri $1{,}73\times10^{-8}$ ve $1{,}55\times10^{-5}$ M ve doğru denklemleri sırasıyla Ip (µA) = 0,4181 [8NQ] (µM) + 4,0727 (R^2=0,9965) ve Ip (µA) = 0,0088 [8NQ] (µM) + 15,4993 (R^2=0,9954) olarak elde edilmiştir. Ayrıca birinci ve ikinci doğrusal bölgelerin kalibrasyon hassasiyetleri sırasıyla yaklaşık olarak 4,07 ve 15,50 µA/µM olarak hesaplanmıştır.



Şekil 7. A. pH 2,5 $HClO_4$ destek elektrolit ortamında farklı derişimlerde 8NQ (0, 0,05, 0,4, 1,7, 2,3, 4, 5,2, 9,5, 12, 18, 22, 25, 50, 150, 350, 565, 750, 900, 1050, 1400 µM) ilavesi ile elde edilen DP voltamogramları ve B. 8NQ için kalibrasyon grafiği.

35DT-GC modifiye elektrodunun tekrarlanabilirliği ve kararlılığı

35DT-GC elektrodunun tekrarlanabilirliği ilk olarak, tek bir 35DT-Au modifiye elektrot yüzeyinde, 5×10^{-5} M 8NQ'in pik akımları elde edilerek değerlendirilmiştir. %BSS (yüzde bağıl standart sapma) değeri beş tekrarlanan ölçüm sonucunda %1,67 olarak bulunmuştur. Ardından 35DT-GC elektrodunun hazırlanması ile ilgili olarak tekrarlanabilirlik çalışması yapılmıştır. Aynı şekilde hazırlanmış beş farklı 35DT-GC elektrot ile 8NQ'ya ait pik akım değerleri için %BSS değeri %4,45 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu %BSS değerleri, 35DT-GC elektrodu ile 8NQ tayininde tekrarlanabilirliğin iyi olduğunu göstermiştir. Ayrıca modifiye elektrodun kararlılığı, su içerisinde oda sıcaklığında değerlendirilmiştir. 35DT-GC elektrodun hazırlandığı gün (1.gün) 8NQ'ya ait pik akım değeri belirlenmiştir. Bunu takip eden 7. ve 15. günlerde de aynı işlem yapılmıştır. 7. ve 15. gün sonunda, 8NQ'nun pik akımlarında sırasıyla %6,16 ve %9,30'luk azalma olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar

göstermektedir ki, 35DT-GC modifiye elektrodu, 8NQ'nun voltametrik tespiti için yüksek kararlılık ve iyi bir tekrarlanabilirlik göstermektedir.

Girişim Etkisi

8NQ tayini için, hazırlanan 35DT-GC modifiye elektrodunun seçiciliğini değerlendirmek amacıyla, 8NQ tayinine girişim yapabilecek olası türlerin etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, destek elektrolit ortamında 50 µM 8NQ çözeltisi hazırlanmış ve olası türler ortama ilave edilmiştir. İlave edilen türlerin 8NQ'in anodik pik akım değerini %5'den daha az etkileyen miktarları belirlenmiştir. Bu türlerin 8NQ'in anodik pikine bozucu etki yapan sınır miktarları Çizelge 1'de verilmiştir. Bu sonuçlar, 35DT-GC modifiye elektrodun 8NQ tayini için iyi bir seçiciliğe sahip olduğunu göstermiştir.

Çizelge 1. 50 µM 8NQ pikine bazı türlerin girişim etkileri

Tür	Bozucu etki yapan sınır miktar
K^+, Na^+, Cl^-, Mg^{2+}	1000 kat
Ca^{2+}, NO_3^-	500 kat
Zn^{2+}	200 kat
Fe^{2+}, Fe^{3+}	100 kat
Ni^{2+}, Ag^+, Co^{2+}	50 kat
Cu^{2+}, Hg^{2+}, Mn^{2+}, Sn^{2+}	40 kat
Fenol, 2-nitrofenol, 4-nitrofenol	25 kat
Katekol, 2-aminofenol	20 kat

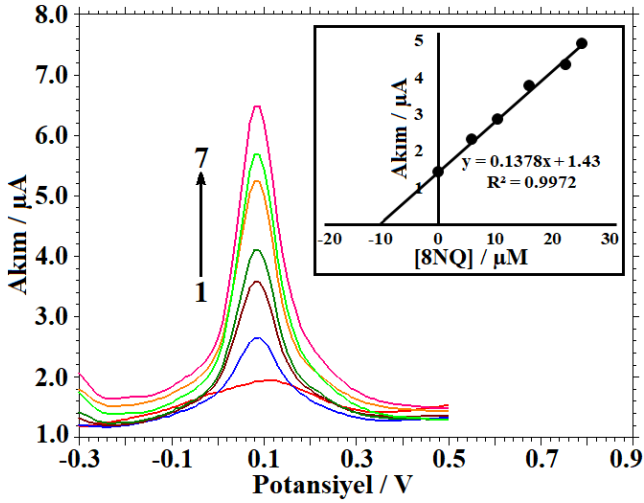
Sentetik ve Gerçek Numunede 8NQ Tayini

Hazırlanan 35DT-GC elektrodunun analitik performansını değerlendirmek için, standart ekleme yöntemi kullanılarak sentetik olarak hazırlanan numuneler ile gerçek numune olarak kullanılan deniz suyunda 8NQ tayini yapılmıştır. Bunun için, 10 ve 100 µM 8NQ derişimlerde sentetik numune hazırlanmıştır. Üzerine derişimi bilinen 8NQ çözeltisi ilaveleri ile diferansiyel puls voltamogramları alınmış ve 3 kez tekrarlanan deneyler ile sonuçlar değerlendirilmiştir. Gerçek numune olarak kullanılan deniz suyu, pH değeri 2,5 olacak şekilde $HClO_4$ ile asitlendirilmiştir. Deniz

suyu numunesinden alınmış 10 mL'lik kısım elektrokimyasal hücreye alınmış ve diferansiyel puls voltamogramı elde edilmiştir. Alınan voltamogramda 8NQ molekülünün pikine rastlanmamıştır. Elektrokimyasal hücreye, derişimi 10 µM olacak şekilde 8NQ ilave edilmiş ve bunun üzerine 8NQ ilaveleri yapılmıştır. Elde edilen voltamogramlar ve 8NQ derişimine karşı çizilen akım grafiği Şekil 8'de verilmiştir. Üç kez tekrarlanan deney sonuçlarında, ortalama 8NQ derişimi 10,32 µM olarak bulunmuştur. Kesinlik ile ilgili olarak elde edilen sonuçlar için %BSS değeri hesaplanmış ve sonuç %1,15 olarak bulunmuştur. Sonucun doğruluğu ile ilgili olarak %Bias değeri hesaplanarak sonuç %3,17 olarak elde edilmiştir. %BSS ve %Bias değerleri sırasıyla Eş. 1 ve Eş. 2 kullanılarak hesaplanmıştır [14,15].

$$\%BSS=\frac{S}{X}x100 \qquad \text{Eş. 1}$$

$$\%Bias=\frac{\text{Bulunan[8NQ]-Eklenen[8NQ]}}{\text{Eklenen[8NQ]}}x100 \qquad \text{Eş. 2}$$



Şekil 8. Deniz suyu numunesinde 8NQ tayini için yapılan ilavelere karşı elde edilen diferansiyel puls voltamogramları ve 8NQ derişimine karşı çizilen akım grafiği (1) Deniz suyu numunesi, (2) 8NQ ilavesi (tayin edilen 10 µM 8NQ), (3) 5 µM 8NQ, (4) 10 µM 8NQ, (5) 15 µM 8NQ, (6) 22 µM 8NQ ve (7) 25 µM 8NQ.

Çizelge 2. Sentetik ve gerçek numunelerde 8NQ tayini için

Numune	Eklenen 8NQ (µM)	Bulunan 8NQ (µM)	%BSS	%Bias
Sentetik Numune 1	10	10,23	1,06	2,30
Sentetik Numune 1	100	100,97	2,14	0,97
Deniz Suyu	10	10,32	1,15	3,17

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, camsı karbon elektrot yüzeyi 3,5-diamino-1,2,4-triazol molekülü ile modifiye edilmiştir. Hazırlanan modifiye yüzey 8NQ tayini için kullanılmıştır. Modifiye elektrot geniş bir doğrusal çalışma aralığı göstermiştir. Ayrıca, 35DT-GC elektrodunun modifikasyon işlemi basit ve hızlıdır. 35DT-GC elektrodu ile 8NQ tayininde kısa ölçüm süresi, yüksek hassasiyet, kararlılık, tekrarlanabilirlik ve seçicilik, kolay hazırlanırlık, iyi bir doğruluk ve iyi bir analitik performans sağlanmıştır. Ayrıca 35DT-GC elektrodu ile 8NQ molekülünün gerçek numunede olarak kullanılan deniz suyundaki tayini başarıyla gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Cervinka, O. (1987) Chemie organickych sloucenin. SNTL, Prague

2. Barek, J., Mejstrik, V., Svagrova, I., Zima, J. (1994) Evaluation of human exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons based on monitoring of their metabolites in body fluids. Chem Listy 88, 341-352.

3. Giddings, J.M., (1979) Acute toxicity toSelenastrum capricornutum of aromatic compounds from coal conversion. Bull Environ Contam Toxicol 23, 360-364.

4. Patty, E.H., (1963) Industrial hygiene and toxicology. Interscience Publishers Inc, New York

5. Kaiya, T., Shirai, N., Kawazoe, Y. (1986) Proton and carbon-13 nuclear magnetic resonance chemical shift data for nitroquinolines and their N-oxides. Chem Pharm Bull 34, 881-885.

6. Kawazoe, Y., & Tachibana, M. (1967). Studies on Chemical Carcinogens. II. Syntheses of Some Derivatives of 4-Nitro and 4-Hydroxyaminoquinoline 1-Oxide. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, *15*(1), 1-7.

7. Liu, T. Y., & Robbat Jr, A. (1991). High-performance liquid chromatography retention index and detection of nitrated polycyclic aromatic hydrocarbons. *Journal of Chromatography A*, *539*(1), 1-14.

8. White, C. M., Robbat, A., & Hoes, R. M. (1983). Gas chromatographic retention characteristics of nitrated polycyclic aromatic hydrocarbons on SE-52. *Chromatographia*, *17*(11), 605-612.

9. Tachibana, M., Sawaki, S., & Kawazoe, Y. (1967). Studies on Chemical Carcinogens. III. Polarographic Reduction Potentials of Nitroquinoline Derivatives. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, *15*(8), 1112-1119.

10. Calam, T. T. Electrochemical Oxidative Determination and Electrochemical Behavior of 4-nitrophenol Based on an Au Electrode Modified with Electro-polymerized 3, 5-diamino-1, 2, 4-triazole Film. *Electroanalysis*. DOI: https://doi.org/10.1002/elan.201900450

11. Tabanlıgil Calam, T. (2019). Analytical application of the poly (1H-1, 2, 4-triazole-3-thiol) modified gold electrode for high-sensitive voltammetric determination of catechol in tap and lake water samples. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 99(13), 1298-1312.

12. Bai, J., Shi, H., Zhang, Y., Tian, D., Xu, X., & Kang, W., "Determination of Epinephrine by Flow Injection Analysis Coupled Ag (III) Complex-Luminol Chemiluminescence Detection" Chinese Journal of Chemistry, 27(4): 745-750, (2009).

13. Danyıldız, Z., Uzun, D., Calam, T. T., & Hasdemir, E. (2017). A voltammetric sensor based on glassy carbon electrode modified with 1H-1, 2, 4-triazole-3-thiol coating for rapid determination of trace lead ions in acetate buffer solution. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, *805*, 177-183.

14. Calam, T. T., & Uzun, D. (2019). Rapid and Selective Determination of Vanillin in the Presence of Caffeine, its Electrochemical Behavior on an Au Electrode Electropolymerized with 3-amino-1, 2, 4-triazole-5-thiol. *Electroanalysis*. DOI: https://doi.org/10.1002/elan.201900328

15. Uzun, D. (2019). An electrochemical sensor for the rapid determination of hazardous phenol in real-life water samples. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1-17.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ROLE OF POLYMER-BASED BARRIER SYSTEMS IN EXPOSED DOSE OF BIOTA THROUGH TIN FROM REDOX-SENSITIVE ELEMENTS IN NUCLEAR WASTE

R. Ileri Durmus [(1)] & S. Akyil Erenturk [(1)]

(1) Istanbul Technical University, Energy Institute, Istanbul, Turkey

Abstract: In this study, polymer/clay nanocomposite material as an engineered barrier was synthesized to prevent the leakage of tin from the nuclear waste to the environmental media. Interaction between synthesized polymer/clay nanocomposite barrier material and tin ions was investigated in batch system at ambient temperature. Different concentrations of tin solutions were prepared by using stable salts of tin. The results showed that adsorption yield was decreased with increasing the initial tin concentration and remained constant after 50 μg mL^{-1} of tin solution. Tin concentrations in the solution were converted to activity concentration. ERICA (Environmental Risk from Ionizing Contaminants: Assessment and Management) Tool Assessment simulation programme was carried out the converted activity concentration of tin before and after the adsorption process to assess the exposed dose of terrestrial, marine and freshwater reference biota. The results showed that the prepared barrier material would significantly reduce the exposed dose caused by the radioactivity of tin leaking from the waste for the terrestrial and freshwater biota. For freshwater and terrestrial biota, average decreasing was 71% for external, internal and total doses. The decreasing was maximum as 75% at 2.86E+05 Bq tin concentration, and the minimum decreasing was 69% at 2.68E+06 Bq.

Keywords: Nuclear waste, Engineered barrier, Polymer/clay composite, Tin, Dose Assessment, Biota

INTRODUCTION

Nuclear studies have been studied 60 years in Turkey in research reactor level; therefore, the wastes produced from research reactor has been subjected according to existing regulations. However, with the planning to establish three nuclear power plants in Turkey, the nuclear waste management that are now needed and developed limited will gain importance in 50 years.

Considering the studies about nuclear wastes, including low level, intermediate level, high level and spent fuel, carried out in world, after deciding whether reprocessing of fission products or not, the final disposal in geological formation has been studied very much among the other choices. However, the scariest scenario of the final disposal in the geological formation is to disperse of the nuclear waste in the geologic formation and reach water and human as a result of natural phenomenon or accident. In order to prevent this situation, many studies have been

carried out since 1970s and multiple barrier system was accepted to apply in geological final disposal. The multiple barrier system is composed of multiple engineered barrier such as bentonite, copper, steel and geological barrier such as clay minerals, salt, bedrock. The multiple barrier is expected to working in bidirectional that means preventing to reach from groundwater to the waste area and from the waste area to groundwater (Jordan et al., 2009; Grambow, 2008; Bruggeman et al., 2005; Chen et al., 1999)

In case of the situation of contact between the waste and groundwater, the first media in where radionuclide disperse is barrier material in engineered barriers. Interaction between radionuclides in the barrier material vary according to radionuclides chemical and physical properties. For example, the radionuclides that have long half-time is expected to adsorb in the barrier material; therefore, the concentration of radionuclides will become less.

In order to provide mentioned concerns, considering the outstanding properties such as better selectivity for specific ions, high mechanical and chemical resistance, homogeneous form of grain, insolubility in water with respect to inorganic compound, higher properties of kinetic of exchange with respect to pure inorganic exchangers, composite adsorbent / ion exchanger have been extensively investigated for the radioactive wastes (Kaygun and Akyil, 2007).

The first purpose of this study is to develop and characterized of a polymeric composite as a new barrier material with effective and safe barrier properties such as having low permeability and high selectivity to ions in the aquatic media required to be removed.

While the carrying out nuclear waste safety assessment, migration and diffusion of the radionuclides from nuclear matrices should be modelled and their adsorption coefficients and their solubilities should be required to be modelled. Redox conditions show what it will occur in real system by using solubility in each oxidation level and different sorption properties (Suter, 1991). Although some important redox-sensitive radionuclides such as uranium, neptunium, plutonium, americium, selenium, technetium, and palladium were carried out by different researchers for years and known their solubility in each oxidation level and different sorption properties, there are few studies about tin (Akyil et al., 2003; Olmez et al., 2004; Kılınçarslan and Akyil, 2005; Kaygun and Akyil, 2007; Yusan et al., 2012; Kaplan, 1995; Hatipoğlu, 1992; Aksoyoğlu, 1987; Özdemir, 1998; Bodur, 2000; Osmanlıoğlu, 1996; Tekdal, 1985; Ejeckam, 2003; Wang et al., 2009; Vilks ve Baik, 2001; Iijima et al., 2010; Gil-García et al., 2009).

Tin in nuclear waste is one of the most important radionuclides because of the long half-life and activity. Half-life of tin is 100000 years and activity of tin in geosphere will be still alive after 10^6 years later unless the barrier can isolate the nuclear waste area from geosphere (Dulanska, 2017).

In the European Union 6th framework program (2004-2007), a modelling simulation program ERICA (Environmental Risk from Ionising Contaminants: Assessment and Management) was developed for determination of the amount of equivalent dose to which it will be exposed and effect evaluation on reference plant or animal that is determined by IAEA and UNSCEAR by transfer of environmental or radionuclide contamination (Brown et.al., 2008; Beresford, 2004).

In this study, taking lessons to be learned for nuclear safety and radiation protection and for emergency preparedness from the nuclear power accidents, various scenarios have been developed for the possibility of leakage of radionuclides from waste packages for low, intermediate and high level wastes in the waste storage area by assuming that a groundwater flow takes place over the biosphere. It has been tried to estimate the doses to be exposed to non-human organisms living in the environment of the waste area by using ERICA simulation program. Accordingly, a resilience assessment was made for the safety of the waste area.

EXPERIMENTAL

Material & Methodology

For the preparation of polymer/clay nanocomposite material, zeolite (clinoptilolite) and polyacrylonitrile (PAN) was used as inorganic and binding polymer, respectively. PAN/zeolit nanocomposite material was prepared according to study carried out by Kaygun and Akyil (2007).

Adsorption Experiment

Various samples that differ from 1.71E+07 Bq to 2.86E+05 Bq including tin concentration were interacted with 0.05 mg barrier material in batch system at ambient temperature for 1 hour.

The adsorption efficiency can be calculated to obtain the sorption percentage of tin using the following expression:

$$Adsorpion\ efficiency = \frac{(C_i - C_e)}{C_i}\ x\ 100\%$$

where C_i is concentration of the initial solution, C_e is the concentration of the solution in equilibrium.

Tin concentration in the remaining in the solution that cannot be absorbed by the barrier material was analysed by using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectrometer.

Dose Calculations

In ERICA Tool Assessment program, the dose effect of initial concentration and remaining concentration in the solution on the freshwater biota, i.e., crustacean, phytoplankton, vascular plant, and terrestrial biota i.e., annelid, grasses and herbs, lichen and bryophytes, mammal, shrub, tree was calculated.

The initial tin concentration and remaining concentration in the solution after adsorption were converted to activity by using following formula:

$$A = \frac{ln2}{t_{1/2}} x \frac{mN_A a}{M}$$

where A is activity (Bq), $t_{1/2}$ is half-life of the nuclei (s), M is the molarity of the substance (kg mol^{-1}), m is mass of substance (kg), N_A is Avogadro's number (mol^{-1}), a is the abundance.

In order to calculate to subjected dose of the freshwater reference biota in the ERICA Tool Assessment Program, required distribution coefficient (K_d) value was calculated as

$$K_d = \frac{A_i - A_e}{A_e} x \frac{V}{m}$$

where A_i is the activity concentration of the initial solution (Bq mL^{-1}), A_e is the activity concentration of the solution in equilibrium (Bq mL^{-1}), V is the volume of the solution (mL), m is the amount of the adsorbent (g).

RESULTS AND DISCUSSION

The design of waste storage depots has changed significantly as understanding of the use of multiple barrier systems has increased, as excavation techniques have advanced and the demands for large containers have increased (Rechard and Voegele, 2014).

It is characterized by the contamination of groundwater resources, the last component of the chain in the assessment of the safety of high-level radioactive waste. In general, the dissolution of glass in glazed waste in the

waste area, the erosion of waste bins and the stability of engineering barriers can be estimated by mathematical modelling of the transfer of radionuclides in the geosphere. As a result, transport processes over a period of several thousand years or more, especially processes involving human and biota, are not clear. Therefore, it is important to evaluate these stages (Albrecht and Miquel, 2010).

Therefore, dose to be exposed of long half-life tin ions to terrestrial, marine and freshwater organisms in case of leakage from the nuclear wastes was investigated.

Tin solutions that in different activity concentration varied from 1.71E+07 Bq to 2.86E+05 Bq were interacted with 0.05 mg adsorbent in batch system at 25°C for an hour. After completed the experiment, the solution that not adsorbed by adsorbent were analysed by Atomic Absorption Spectrometer. According to the results, adsorption efficiency of the low initial activity concentration starts with about 75% and it slightly decreases with increasing activity concentration until the establishing the adsorption equilibrium between the concentrations of tin solution deposited on the barrier material surface and the concentration of the tin remaining in the solution. According to the results, an equilibrium was formed with 70% adsorption efficiency after 5.70E+06 Bq activity concentration of tin ions and the barrier material reached saturation.

There have been significant changes in the thinking on protecting the environment from radiation. In the initial assumptions: if people are properly protected, there is the idea that “other living beings are not at risk, then an international call has been made to clearly demonstrate environmental protection. With this call, all international organizations regulating radiation protection (United Nations Science on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), the International Committee on Radiation Protection (ICRP) and the International Atomic Energy Agency (IAEA) have published a joint report, and new task groups for the investigation of radiation effects in non-human biota have been established. As a result of these joint efforts, the publication of a standard international methodology for ecological risk assessment of radiation was accepted (Charrasse et.al., 2019).

Three groups are assumed to be exposed to tin ions (^{126}Sn) released in waste packages: fresh water and terrestrial organisms. Nuclide uptake in aquatic biota was calculated by considering species of aquatic organisms or bioaccumulation factors. Activity concentrations of the nuclides from

waste to soil and from aquatic media to soil were taken into account in terrestrial biota.

Exposed dose for freshwater biota that are crustacean, phytoplankton and vascular plant and for terrestrial biota that are annelid, grass and herbs, lichens and bryophytes, mammal, shrub and tree were analysed. According to ERICA Tool Assessment results, external, internal and total doses are decreased average 71% for all activity concentration values by the barrier material. The maximum decreasing in external, internal and total doses for freshwater and terrestrial biota was observed in 2.86E+05 Bq that decreasing percentage was 75%, the minimum decreasing in external, internal and total doses was observed in 2.68E+06 Bq with 69%.

CONCLUSION

The results obtained were evaluated by assuming that there is a barrier material or no barrier to ensure the sealing of radionuclides to be released from waste packages to soil and aquatic zone.

Interaction between various tin activity concentration and the barrier material shows that the equilibrium was at 5.70E+06 Bq and adsorbent adsorbed 70% of tin radionuclide in the initial tin solution.

In case of leakage from the nuclear waste area, the barrier material decreased the external, internal and total dose for the freshwater and terrestrial biota was decreased average 71%. The maximum decreasing was occurred in 2.86E+05 Bq at 75% and minimum decreasing was occurred at 2.68E+06 Bq at 69%. This result shows that the barrier will be able to prevent significantly dose for the biota from tin activity in case of the leakage situation.

In the long-term evaluation of these scenarios, the modelling of the transfer of radionuclides in the biosphere will be evaluated in future studies.

REFERENCES

Aksoyoğlu, E.Ş. 1987. “Sorption/Desorption Studies of Cesium and Neptunium on Some Clays and Soils”. Ph.D. Thesis, Middle East Technical University, Ankara.

Akyıl, S., Aslani, M.A.A., Eral, M. 2003. “Sorption Characteristics of Uranium onto Composite Ion Exchangers”, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 256(1), 45-51.

Albrecht A., Miquel S., "Extension of sensitivity and uncertainty analysis for long term dose assessment of high level nuclear waste disposal sites to uncertainties in the human behaviour", Journal of Environmental Radioactivity, 101 (2010) 55–67.

Beresford, N., Brown, J., Copplestone, D., Garnier-Laplace, J., Howard, B., Larsson, C.M., Oughton, D., Pröhl G., Zinger, I., 2004. "D-ERICA: An integrated approach to the assessment and management of environmental risks from ionising radiation, Description of purpose, methodology and application", EC Contract FI6RCT-2004-508847, European Commission Report, https://wiki.ceh.ac.uk/download/attachments/115017395/D-Erica.pdf.

Bodur, N. 2000. "Radyoaktif Elementlerin Jeolojik Maddelere Tutulması". Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Brown, J.E., Alfonso, B., Avila, R., Beresford, N.A., Copplestone, D., Prohl, G., Ulanovsky, A. 2008. "The ERICA Tool, Journal of Environmental Radioactivity", 99, 1371-1383.

Bruggeman, C., A. Maes, J. Vancluysen, P. Vandemussele. 2005. "Selenite Reduction in Boom Clay: Effect of FeS_2, Clay Minerals and Dissolved Organic Matter", Environmental Pollution, 137, 209-221.

Charrasse B., Anderson A., Mora J.C., Smith J., Cohenny E., Ikonen A.T.K., Kangasniemi V., Zorko B., Bonchuk Y., Beaumelle L., Gunawardena N., Amado V., Liptak L., Leclerc E., Telleria D., "Does the use of reference organisms in radiological impact assessments provide adequate protection of all the species within an environment?", Science of the Total Environment 658 (2019) 189–198.

Chen, F., Burns, P.C., Ewing, R.C. 1999. "^{79}Se: Geochemical and Crystallo-Chemical Retardation Mechanisms", Journal of Nuclear Materials, 275, 81-94.

Dulanska, S., Remenec, B., Bilohuščin, J., Mátel Ľ., Bujdoš, M., 2017. "Development of ^{126}Sn separation method by means of anion exchange resin and gamma spectroscopy", Applied Radiation and Isotopes, 123, 128–132.

Ejeckam, R.B. 2003. "Adsorption of Cs on the Fracture Filling Clay Minerals of the Lac Du Bonnet Batholith, Southeastern Manitoba:

Implication for Nuclear Fuel Waste Disposal". MSc. Thesis, University of Manitoba, Winnipeg Manitoba.

Gil-García, C., Tagami, K., Uchida, S., Rigol, A., Vidal, M. 2009. "New Best Estimates for Radionuclide Solid–Liquid Distribution Coefficients in Soils. Part 3: Miscellany of Radionuclides (Cd, Co, Ni, Zn, I, Se, Sb, Pu, Am, and others)", Journal of Environmental Radioactivity, 100, 9, 704-715.

Grambow, B. 2008. "Mobile Fission and Activation Products in Nuclear Waste Disposal", Journal of Contaminant Hydrology, 102, 180–186.

Hatipoğlu, S. 1992. "Sorption and Migration Behaviour of Barium and Strontium in Colemanite, Granite, Kaolinite, and Bentonite Matrices". Ph. D. Thesis, Middle East Technical University, Ankara.

Iijima, K., Tomura, T., Shoji, Y. 2010. "Reversibility and Modeling of Adsorption Behavior of Cesium Ions on Colloidal Montmorillonite Particles", Applied Clay Science, 49, 3, 262-268.

Jordan, N., Marmier, N., Lomenech, C., Giffaut, E., Ehrhardt, J.J. 2009. "Competition between Selenium (IV) and Silicic Acid on the Hematite Surface", Chemosphere, 75, 129–134.

Kaplan, Z. 1995. "Stronsuyumun Killer Üzerindeki Adsorpsiyonuna Tuz Konsantrasyonu ve pH Etkisi". YL Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Kaygun Kılıncarslan, A., Akyıl, S. 2007. "Study of the Behaviour of Thorium Adsorption on PAN/Zeolite Composite Adsorbent", Journal of Hazardous Materials, 147, 357-362.

Kılınçarslan, A., Akyıl, S. 2005. "Uranium Adsorption Characteristic and Thermodynamic Behaviour of Clinoptilolite Zeolite", Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 264(3), 541-548.

Olmez, Aytas S., Akyil, S., Eral, M. 2004. "Adsorption and Thermodynamic Behaviour of Uranium on Natural Zeolite", Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 260(1), 119-125.

Osmanlıoğlu, E.A. 1996. "Doğu Karadeniz Granitinin Radyoizotop Geçirgenliğinin Nükleer Atık Depolanması Amacıyla İncelenmesi". Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Özdemir, N. 1998. "Radyoaktif Atıkların Saklanmasında Zeolit ve Bentonitin Kullanılması". Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Rechard R.P., Voegele M.D., "Evolution of repository and waste package designs for Yucca Mountain disposal system for spent nuclear fuel and high-level radioactive waste", Reliability Engineering and System Safety, 122 (2014) 53–73.

Suter, D. 1991. "Chemistry of the Rectox Sensitive Elements Literature Review", PSI-Bericht Nr. 113, Paul Scherrer Institut.

Tekdal, M. 1985. "Radyoaktif Atıkların Kil Mineralleri ile Aktiviteden Arıtılması". Y.L. Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

Vilks P., Baik, M-H. 2001. "Laboratory Migration Experiments with Radionuclides and Natural Colloids in a Granite Fracture", Journal of Contaminant Hydrology, 47, 197-210.

Wang, T.H, Li, M.H., Teng S.P. 2009. "Bridging the Gap Between Batch and Column Experiments: A Case Study of Cs Adsorption on Granite", Journal of Hazardous Materials, 161, 409–415.

Yusan, S., Gok, C., Erenturk (Akyil) S., Aytas S., "Adsorptive Removal of Thorium (IV) using Calcined and Flux Calcined Diatomite from Turkey: Evaluation of Equilibrium, Kinetic and Thermodynamic Data", Applied Clay Science, 67-68, 106-116 (2012).

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ANTIOXIDANT ACTIVITY AND TOTAL PHENOLIC AMOUNT OF ALCOHOLIC EXTRACT OF JUJUBE FRUIT (*ZIZYPHUS JUJUBA*)

Hasniye Yaşa[1]

[1]*İstanbul University-Cerrahpaşa, Engineering Faculty, Chemistry Department, Organic Chemistry Division, Avcılar-İstanbul, Turkey.*
e-mail: hasniye@istanbul.edu.tr

Abstract: We investigated the total phenolic and flavonoid contents and the antioxidant capacity of alcoholic extract of Ziziphus jujuba from Çanakkale in this study. The antioxidant capacity of the alcoholic extract from jujube fruits was determined by diverse assays including iron chelating activity, nitric oxide scavenging activity, reducing power, and DPPH radical scavenging. Total phenolic and flavonoid content of the alcoholic extract was measured as pyrocatechol and catechin equivalent respectively, 11.73 ± 0.6652 µg pyrocatechol and 0.31 ± 0.005 µg catechin. It is particularly significant to support the cultivation of this fruit, which is very rich in phenolic and flavonoid substances, and to increase its use among the people. The obtained data recommended that Ziziphus jujuba grown in Çanakkale might be a considerable source as a natural antioxidant.

Keywords: Jujube, alcoholic extract, total phenolics and flavonoids, antioxidant activity

INTRODUCTION

Thanks to scientific researches done in the last years in the World and in our country, conscious consumers consider not only the taste, aroma, and odor but also the vitamin and mineral values in the consumption of fruits and vegetables. Fruits and vegetables are rich antioxidant sources like vitamin C, tocopherols, phenolics, and β-carotene, which fight with free radicals as scavengers and antioxidants. Phenolics have hydroxyl groups in the molecule and they can give hydrogens away and this makes them powerful antioxidants and they are also electron-giving entities to stop the radical chain reactions owing to oxidative stress (John and Shahidi, 2010). It is recommended in scientific publications that people consume foods rich in phenolics especially against cardiovascular diseases,

cancer, Alzheimer's disease, and diabetes mellitus. There is a dense amount of research about plant sources rich in phenolics to improve human health.

Zizyphus species (Rhamnaceae) are commonly utilized in Asian countries, especially Taiwan and China, against allergy, constipation, urinary problems, chronic bronchitis, insomnia, and hepatic disorders as a drug (Li et al., 2005). Jujube fruit is a rich source of functional constituents, playing a big role against several biological activities (including antiproliferation of cancer cell), like polysaccharides, phenolics, flavonoids, and saponins. The most important phenolics, reported for Zizyphus, are caffeic acid, p-hydroxybenzoic acid, ferulic acid, and p-coumaric acid (Muchuweti et al., 2005) and they reduce the activities of free radicals (Kamiloğlu et al., 2009; Zhang et al., 2010). As a member of the Rhamnaceae family and having 40 species, Zizyphus jujube is a fruit grown in southeastern Asia, China, hot and subtropic parts of the Mediterranean region, and Marmara, western and southern Anatolia in Turkey (Singh and Arya, 2011).

Free oxygen radicals attack vital compounds like proteins, carbohydrates, DNA, and RNA. As a result of this interaction, irreversible damages occur in the body. There are endogenous and exogenous defense systems to prevent these damages. Natural antioxidants play an important role to prevent from these damages. In recent years, our country, which is quite rich in terms of plant diversity, the trend over natural sourced therapeutic approaches have been quite common. The antioxidant activity of jujube is considered to be due to the presence of phenolics including chlorogenic acid, gallic acid, protocatechuic acid, and caffeic acid, and due to their high levels (Zhang et al., 2010). San and Yıldırım (2010) also reported that jujube is a good source of phenolics.

In the literature, healthy constituents of some jujube genotypes have been reported (Akbolat et al., 2008; Li et al., 2005; Li et al., 2007). There are some studies showing protective effects of the fruit and its products against cancer, stroke and coronary heart disease (Kalt et al., 1999). Therefore, to better define general nutritive facts, specific antioxidant compounds and total antioxidant potential must be included to characterize different fruit types (Ercisli and Orhan, 2007). In addition to this, giving more detailed information about health-improving constituents of jujube genotypes would give way to better understand its pharmaceutical,

nutraceutical, and medical value and thus, the fruit could be consumed more by the public.

There are reports in the literature about antioxidant activity data of jujube fruits collected from Afyon, Kayseri, Manisa, Mersin, and Sakarya (İmamoğlu, 2016), Antalya (Uçkaya, 2011), and Balıkesir (Özkan, 2017). For this purpose, we have examined the antioxidant properties of alcoholic extract of Zizyphus Jujube collected in Çanakkale. We have previously published the juicy extract of jujube (Yaşa, 2019).

We have studied, in the alcoholic extract, reducing power (Yıldırım et al., 2001), DPPH radical scavenging (Parejo et al., 2003), metal chelating (Juntachote and Berghofer, 2005) and nitric oxide scavenging (Yen et al., 2006; Marcocci et al., 2006). In addition, total phenolic compounds in the extract (Slinkard and Singleton, 1977), anthocyanine content (Zhang et al., 2010) and total flavonoids (Sahanaka et al., 2005) were determined. The results obtained were compared with natural and synthetic antioxidants like α-tocopherol, ascorbic acid, BHA (butylated hydroxyanisole) and BHT (butylated hydroxytoluene).

MATERIALS AND METHODS

Chemicals and reagents

Catechine, gallic acid, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical (DPPH), and 2,4,6-tris(2-pyridyl)-1,3,5-triazine (TPTZ) were acquired from Sigma-Aldrich. L-ascorbic acid and phenol reagent of Folin-Ciocalteu were purchased from Merck Co. All chemicals and reagents in this study were of analytical grade.

Fruit samples

Zizyphus jujube fruits were collected in Çanakkale, in the year 2005. Jujube fruits were selected according to a defined shape and washed with tap water and rinsed with distilled water. 500 g of fruit was dried under shade at room temperature for 5-7 days, crushed, taken into plastic bags, and kept at 0 °C until use.

Preparation of extract

10% (w/v) infusion was prepared by extracting the dried and crushed fruits (30 g) with 250 mL of ethanol. The extract was filtered and in a rotary evaporator, the contents were evaporated until dryness at 40 °C under

vacuum. The alcoholic extract was obtained with 43% yield, taken into vials and stored at -20 °C.

Phytochemical analysis

Determination of total phenolic compounds

Total phenolics in *Zizyphus jujube* fruit extract were determined with Folin-Ciocalteu reagent according to the method of Slinkard and Singleton (1977) with some modifications. 0.1 mL of *Zizyphus jujube* fruit extract (1000-4000 µg/mL) was transferred into a test tube and diluted to 4.6 mL with distilled water. 0.1 mL of Folin-Ciocalteu reagent, which was previously diluted three-fold with distilled water, and 0.3 mL of 2% Na_2CO_3 solution were added and kept standing for 2 hours with occasional stirring. The absorbance was measured at 760 nm. The total amount of phenolics in *Zizyphus jujube* was calculated from the calibration graph as equivalent pyrocatechol and µg pyrocatechol equivalent per extract.

Total flavonoid content

Total flavonoids were measured according to the aluminum chloride method by Sahanaka et al. (2005). 1.25 mL of distilled water, 75 µL of 5% $NaNO_2$ and 250 µL of 1000 µg/mL fruit extract were mixed and kept for 6 minutes, then 150 µL of 10% $AlCl_3.6H_2O$ was added. The mixture was kept at room temperature for 5 minutes. 0.5 mL of 1 M NaOH and 275 µL of distilled water were added and mixed thoroughly. The absorbance of the solution at 510 nm was measured immediately and the results were expressed as catechin equivalent.

Anthocyanine content

In a capped Erlenmeyer flask, to 10 mL of methanol was added 0.02 mL of 1% HCl. To this mixture, 250 mg/mL dried jujube fruit was added. The pH value was arranged to 5-6. The capped erlenmeyer flask was wrapped with aluminum foil and taken into a refrigerator, stirring for 2 hours. It was then centrifuged and absorbance values at 530 nm and 657 nm were measured.

$$Total\ Anthocyanine\ \left(\frac{mg}{mL}\right) = \left[A530 - \left(A657x\frac{0.33}{31.6}\right)\right] x\ mL/mg$$

Reducing power

Reducing power of the fruit extract of *Zizyphus jujube* fruits was determined by Oyaizu, 1986; Çelik Onar et al., 2012). Extract of different concentrations (100 – 400 µg) in 1 mL of distilled water was mixed with 2.5 mL of phosphate buffer (0.2 M, pH 6.6) and 2.5 mL of potassium ferricyanide (1%, w/v) and the mixture was incubated at 50 °C for 30 min. Then, 2.5 mL of trichloroacetic acid (10%, w/v) was added and the mixture was centrifuged at 3000 rpm for 10 minutes. Finally, 2.5 mL of the filtrate, 2.5 mL distilled water, and 0.5 mL of $FeCl_3$ (0.1%, w/v) were mixed and the absorbance was measured at 700 nm. As standard antioxidants, α-tocopherol, butylated hydroxyanisole (BHA), and butylated hydroxytoluene (BHT) were used.

Determination of antioxidant activity

DPPH free radical activities

Radical scavenging activity of the alcoholic extract was determined with the DPPH method (Brand-Williams et al., 1995). 0.75 mL of the ethanolic extract, of different concentrations, was mixed with 1.5 mL of DPPH solution (20 mg/L). After every waiting period of 5, 10, 30, and 60 minutes, the absorbance was measured at 517 nm.

The following formula was used for DPPH inhibition percentage of the sample:

$$\%\ Inhibition = \left[A0 - \frac{A5' - A60'}{A0}\right] x100$$

Fe^{2+} chelating activity

Chelating activities of alcoholic extracts over Fe^{2+} were measured according to Decker and Welch (1990). 1 mL of differing concentrations of the aqueous extracts (0.25, 0.50, and 1.0 mg/mL) was mixed with 3.7 mL of distilled water. The mixture was reacted with $FeCl_2$ (2 mM, 0.1 mL) and ferrozine (5 mM, 0.2 mL) for 10 minutes at room temperature and the absorbance was measured with a spectrophotometer at 562 nm. Chelating effect of alcoholic extract over Fe^{2+} was compared with 0.1 mM EDTA and 0.025 mM citric acid.

$$\%\ Chelating = \left[1 - \left({}^{A1}/_{A0}\right)\right] x100$$

Nitric oxide scavenging effect

The scavenging activity of the extracts over nitric oxide was measured according to Marcocci, Maguire, Droy-Lefaix, and Packer (1994). Differing concentrations of *Zizyphus jujube* fruit extracts were added to 1 mL of sodium nitroprusside solution at 25 mM and the tubes were incubated at 37°C for 3 hours. Incubation solution (0.5 mL) was diluted with 0.5 mL of Griess' reagent (1% sulfanilamide and 0.1% naphthyl ethylene diamine dihydrochloride in 5% H_3PO_4). After diazotization of nitrite and then connecting to naphthyl ethylenediamine dihydrochloride, the resulting chromophore's absorbance at 570 nm was measured and compared to that of standard sodium nitrite solutions prepared under identical conditions.

Statistical analysis

The results were expressed as average ± standard deviation (SD) of triplicate analyses. The correlation coefficient (r^2) among tested parameters was generated with regression analysis.

RESULTS AND DISCUSSION

Determination of total phenolic, flavonoid, and anthocyanine content

Phenols, being efficient scavengers owing to the presence of hydroxyl groups, are very important plant constituents. It was proven that phenolic compounds and flavonoids are responsible for the antioxidant activities of many plants (Geetha et al., 2005). These antioxidants also possess several biological activities like anti-inflammation, antiatherosclerotic and anticarcinogenes (Chung et al., 1997). The total phenolic determination in this study was realized with Folin-Ciocalteau's method. Total flavonoid determination, on the other hand, was realized with a method containing chelation with aluminum. Pyrocatechol, being used as a standard for the calibration curve, was prepared in five different concentrations in water. From the standard curve of pyrocatechol in water, $y = 0.0025x - 0.0058$ equation was obtained (Figure 1). According to this equation, in the 1 mg of alcoholic extract of jujube fruit, there are phenolic compounds equivalent to 11.73 ± 0.6652 µg pyrocatechol.

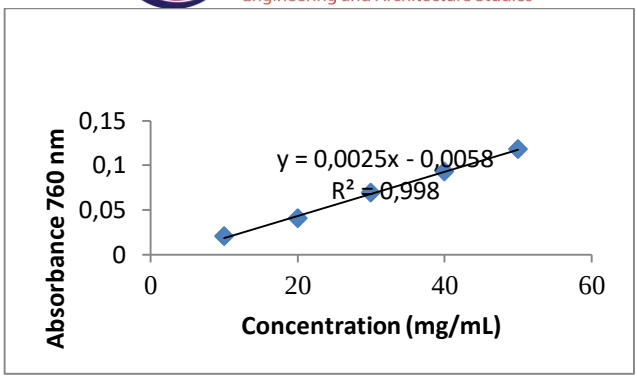


Figure 1: The standard curve of pyrocatechol

Like flavonoids, polyphenolic compounds are also termed as "high level" natural antioxidants according to their ability to scavenge free radicals and active oxygen species (Birt et al., 2001). They scavenge superoxide anion, singlet oxygen, lipid peroxy radicals, and with oxidative processes by hydrogenation or complexation, they scavenge stabilizing free radicals which enter oxidative processes with hydrogenation or complexation. For the in vitro or in vivo systems, they are antioxidants with conjugated ring systems and hydroxyl groups (Klahorst, 2002).

The amounts of total flavonoid compounds in the ethanolic extracts of the fruit were calculated as equivalent to catechin with the y = 0.0014x + 0.0357 equation obtained from the calibration curve of aqueous catechin solutions (Figure 2). Flavonoids were measured as 0.31 ± 0.005 µg catechin in 1 mg of alcoholic extract.

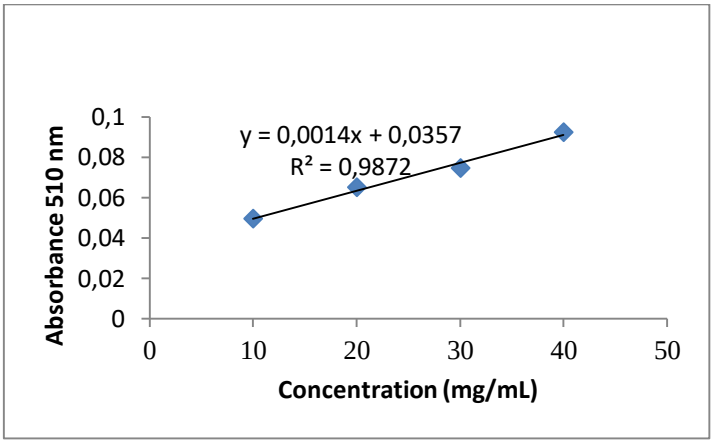


Figure 2: The standard curve of catechin

Table 1 shows the total phenolic, total flavonoid, and anthocyanine amounts of the fruit.

Table 1: Total Phenolic, Flavonoid and Anthocyanin Content

Concentration (µg/mL)	**Total phenolic compounds content (µg pirokateşol/mg extract)***	**Total flavonoid content (µg kateşin/mg extract)***	**Anthocyanin content****
1000	11.73±0.67	0.31±0.50	17.914±1.62
2000	16.98±1.07	1.04±0.40	14.94±0.70
3000	23.86±0.44	1.25±1.28	-
4000	33.56±0.54	5.35±0.52	-
6000	-	4.65±1.06	-
8000	-	8.28±0.66	-
10000	-	11.68±0.98	-

* Average ± SD, ** Calculated on dried fruit..

Reducing power

The Fe^{3+} reduction is commonly used as an indicator of electron-donating activity, which is an important mechanism of phenolic antioxidative effect and it is related with other antioxidative properties in a strong manner (Dorman et al., 2003). In the reducing power analysis, if the samples have reducing agents (antioxidants), Fe^{3+} / ferricyanide complexes might be reduced to Fe^{2+}. The amount of Fe^{2+} complex could be monitored with the formation of Prussian Blue at 700 nm. The reducing power capacity of a given compound is an important indicator of potential antioxidative activity. Figure 3 shows the concentration-absorbance curves for the reducing powers of the fruit and the standards. When we look at the results of reducing the power of the alcoholic extract, they are well below the standards' values. This tells us that the fruit's reducing power capacity is not good.

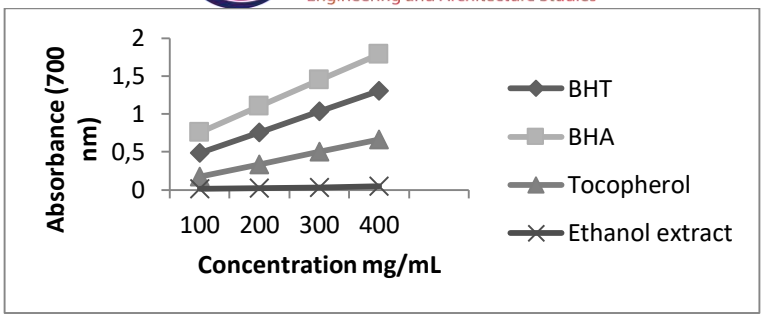


Figure 3: Reducing Power

DPPH radical scavenging activity

DPPH is commonly used to assess the free radical scavenging activity of several antioxidant compounds (Özçelik et al., 2006). DPPH is a stable radical at room conditions and tends to acquire an electron or a hydrogen radical, to become a stable, diamagnetic molecule (Xu et al., 2005). Figure 4 shows the concentration versus %inhibition graph of DPPH radical scavenging activity of the alcoholic extracts of the fruits. With the alcoholic extract of the fruit, scavenging activity against DPPH radical for different concentrations of BHT was calculated. Every inhibition value was calculated from the obtained absorption and plotted versus concentration. According to Figure 4, DPPH radical scavenging activity of alcoholic extracts of the fruits grown in Çanakkale is quite high against BHT at 1 mg/mL concentration, but the change at the concentration of the alcoholic extract did not change the percent inhibition very much.

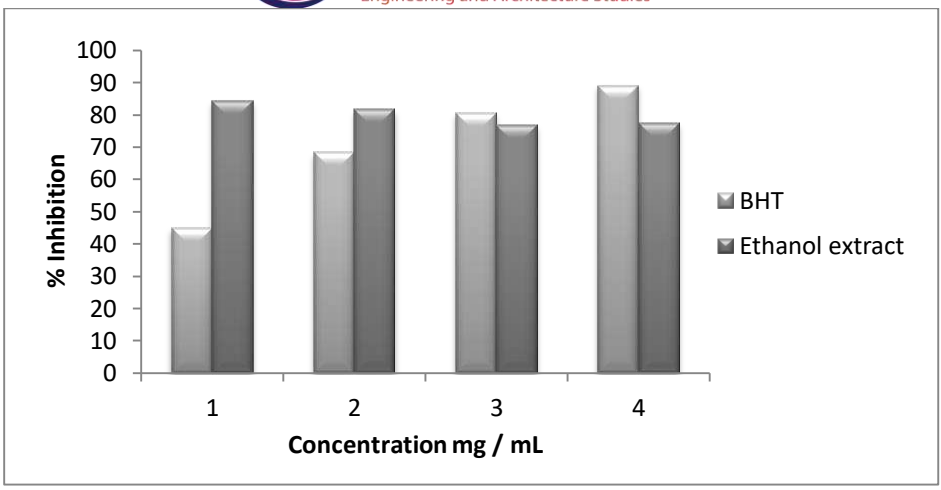


Figure 4: DPPH radical scavenging activity

Fe^{2+} chelating effect

The alcoholic extract of *Zizyphus jujube* showed Fe^{2+} chelating activities of 17.5%, 20.49%, 23.09%, and 38.00% at 2-5 mg/mL concentrations, respectively (Figure 5). On the other hand, EDTA showed a metal chelating effect of 38.00% at 0.04 M concentration. The metal chelating activities of these samples showed an increase according to time and concentration; this shows us that alcoholic extract is a peroxidation protecting agent.

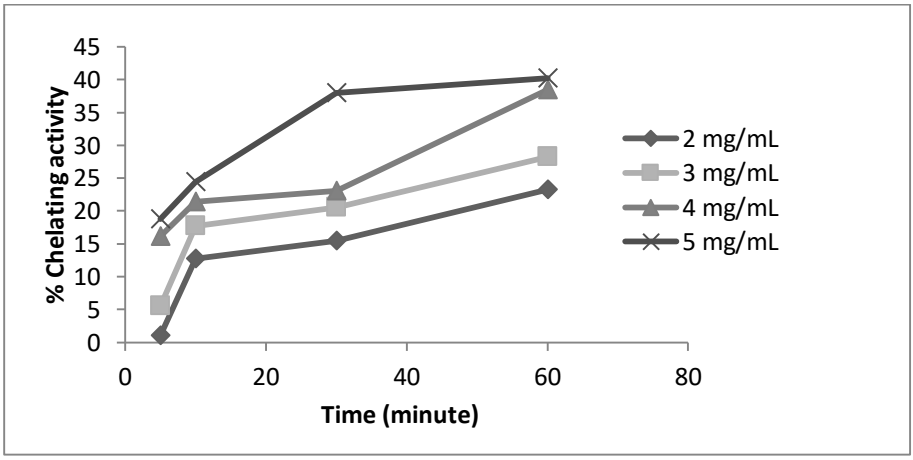


Figure 5: Fe^{2+} chelating effect

Nitric oxide scavenging activity

Nitric oxide is a defense molecule having cytotoxic, microbiocidal, and microbiostatic activities. However, large amounts of NO, peroxynitrite and other reactive nitrogen oxide species are considered to be potentially cytotoxic. In this study, we have studied the scavenging effect of the alcoholic extract of *Zizyphus jujube* against NO. Under aerobic conditions, nitric oxide reacts with oxygen, forming nitrate and nitrite, both of which could be determined with Griess' reagent (Marcocci et al., 1994). NO amount in the alcoholic extract of the fruit was determined with the graph equation of y = 0.0011x + 0.1988 from the standard curve of nitric oxide. It was found that 0.1 g of alcoholic extract of the fruit was equivalent to 23.40 ± 1.05 mg of nitric oxide. Figure 6 shows that the graph of concentration and absorbance of the extract indicated a decline of absorbance with increasing concentration.

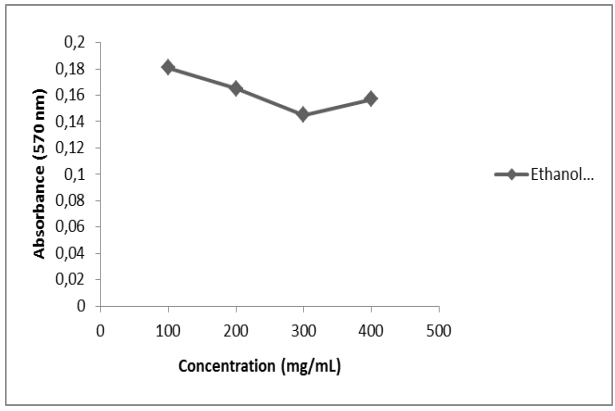


Figure 6: Nitric oxide scavenging activity

CONCLUSION

According to the literature survey, there was no information about *Ziziphus jujube* (jujube fruit), growing in Çanakkale district. In this study, we have, for the first time, found the antioxidant activities, total phenolics and total flavonoid amounts of the fruits collected in this region. As Table 1 shows, *Ziziphus jujube* indicated total phenolic compounds and

flavonoids to increase with increasing concentration, but anthocyanidin amounts decreased. In Figure 3, the alcoholic extract had a reducing power as BHA > BHT > α-tocopherol > alcoholic extract and it is concluded that it is lower than the others. DPPH radical scavenging effect increased with increasing concentration (Figure 4). Metal chelating activity of alcoholic extract had an increase according to time and concentration. The highest chelating effect was found with 5 mg/mL concentration (Figure 5). Nitric oxide scavenging activity decreased with increased concentration of alcoholic extract (Figure 6). As a conclusion, jujube fruits collected from Çanakkale have antioxidant activity and are rich in phenolics. The fruit must be assessed from this perspective.

REFERENCES

Akbolat D, Ertekin C, Menges HO, Ekinci K, Erdal I, 2008. Physical and nutritional properties of jujube (Zizyphus jujube Mill.) growing in Turkey. Asian J. Chem. 20: 757-766.

Birt DF, Hendrich S, Wang W, 2001. Dietary agents in cancer prevention; flavonoids and isoflavonoids. Pharmacol. Ther., 90: 157-177.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie/Food Science and Technology, 28: 25-30.

Celik Onar H, Yusufoglu A.S, Turker G, Yanardağ3 R, 2012. Elastase, tyrosinase and lipoxygenase inhibition and antioxidant activity of an aqueous extract from Epilobium angustifolium L. Leaves. Journal of Medicinal Plants Research, 6(5): 716-726.

Chung SK, Osawa T, Kawakishi S, 1997. Hydroxyl radical scavenging effects of species and scavengers from brown mustard (*Brassica nigra*). Biosci. Biotech. Biochem., 61: 118-123.

Decker EA, Welch B. 1990. Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food. J. of Agri. and Food Chem., 38: 674-677.

Dorman H.D, Peltoketo A, Hiltunen R, Tikkanen M.J, 2003. Characterization of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected Lamaiceae herbs. Food Chem., 83: 255-262.

Ercisli S, Orhan E, 2007. Chemical composition of white (Morus alba), red (Morus rubra) and black (Morus nigra) mulberry fruits. Food Chem. 103: 1380-1384.

Geetha T, Malhotra V, Chopra K, Kaur IP, (2005. Antimutagenic and antioxidant prooxidant activity of quercetin. Indian J. Exp. Biol., 43: 61-67.

İmamoğlu H, 2016. Total Antıoxıdant Capacıty, Phenolıc Compounds And Sugar Content Of Turkey Ziziphus jujubes. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus, 15(5): 93-108.

John, J.A, Shahidi, F, 2010. Phenolic compounds and antioxidant activity of Brazil nut (Bertholletia excelsa). J. Func. Foods, 2: 196–209.

Juntachote T, Berghofer E, 2005. Antioxidative properties and stability of ethanolic extracts of Holy basil and Galangal. Food Chemistry, 92:193-202.

Kalt W, Forney C.F, Martin A, Prior R.L, 1999. Antioxidant activity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. J. Agric. Food Chem. 47: 4638-4644.

Kamiloglu, O, Ercisli, S, Sengül, M, Toplu, C, Serçe S, 2009. Total phenolics and antioxidant activity of jujube (Zizyphus jujube Mill.) genotypes selected from Turkey. Afri. J. Biotec. 8: 303–307.

Klahorst S, 2002. Exploring antioxidants. Wd Food Ingred., (April/May): 54-59.

Li J.W, Ding S.D, Ding X.L, 2005. Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinese jujube. Proc. Biochem. 40: 3607-3613.

Li J.W, Fan L.P, Ding S.D, Ding S.L, 2007. Nutritional composition of five cultivars of Chinese jujube. Food Chem. 103: 454-460.

Li, J, Ding, S, Ding, X, 2005. Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinese jujube. Process Biochem., 48: 3607–3613.

Marcocci L, Maguire J.J, Droylefaix M.T, Packer L, 2006. The Nitric Oxide-Scavenging Properties of Ginkgo Biloba Extract EGb 761.

Biochemical and Biophysical Research Communications, 201: 748-755.

Muchuweti, M, Genda, G, Ndhlala, A.R, Kasiyamhuru, A, 2005. Sugar, organic acid and phenolic compound of Zizyphus mauritiana Lamk. fruit. Euro. Food Res. Technol., 221: 570–574.

Oyaizu M, 1986. Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. Jpn. J. Nutr., 44: 307-315.

Ozcelik B, Lee J.H, Min D.B, 2006. Effects of light, oxygen and pH on absorbance of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl. J. Food Sci., 68: 487-490.

Özkan H.İ, 2017. Hünnap (Zizyphus jujuba Mill.) Meyvesinin Bazı Biyokimyasal Bileşenleri ile Antibakteriyel, Hipoglisemik ve Total Antioksidan Aktivitesinin İncelenmesi. Balıkesir Üniversitesi, Sağlik Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).

Parejoa I, Viladomat F, Bastida J, Rosas-Romero A, Saavedra G, Murcia M.A, Jime´nez A.M, Codina C, 2003. Investigation of Bolivian plant extracts for their radical scavenging activity and antioxidant activity. Life Sciences, 73: 1667-1681.

Sahanaka S, Tachibana Y, Okada Y, 2005. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (kakinoha-cha). Food Chem., 89: 569-575.

San B, Yıldırım A.N, 2010. Phenolic, alpha-tocopherol, beta-carotene and fatty acid composi-tion of four promising jujube (Ziziphus jujuba Miller) selections. J. Food Comp. Anal., 23: 706–710.

Singh S, Arya R, 2011. Zizyphus: An Extroversion Gift of Nature. J. Sci., 1: 15–20.

Slinkard K, Singleton VL, 1977. Total phenols analysis: automation and comparison with manual methods. Am. J. Enol. Viticult., 28: 49-55.

Uçkaya F, 2011.Aantalya'da yetişen Ziziphus Zizyphus'un antioksidan aktivitesi ve biyokimaysal bileşiminin incelenmesi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).

Xu J, Chen S, Hu Q, 2005. Antioxidant activity of brown pigment and extracts from black sesame seed (*Sesamum indicum* L.). Food Chem., 91: 79-83.

Yaşa H, 2019. Türkiye Çanakkale'den Hünnap Meyvesinin (Zizyphus Jujuba.) Sulu Ekstresinin Toplam Fenolik Miktarı ve Antioksidan Aktivitesi, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9 (1): 158-168.

Yen G, Duh P, Su H, Yeh C, Wu C, 2006. Scavenging effects of lotus seed extracts on reactive nitrogen species. Food Chemistry,94: 596-602.

Yıldırım A, Oktay M, Bilaloğlu V, 2001. The Antioxidant Activity of the Leaves of Cydonia vulgaris. Turkısh Journal Of Medıcal Scıences , 31: 23-27.

Zhang H, Jiang L, Ye S, Ye Y, Ren F, 2010. Systematic evaluation of antioxidant capacities of the ethanolic extract of different tissues of jujube (Ziziphus jujuba Mill.) from China. Food and Chemical Toxicology, 48:1461-1465.

Zhang, H, Jiang, L, Ye S, Ye Y, Ren F, 2010. Systematic evaluation of antioxidant capacities of the ethanolic extract of different tissues of jujube (Ziziphus jujube Mill.) from China. Food Chem. Toxicol., 48: 1461–1465.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

NİGELLA SATİVA ARACILI YEŞİL BİMETALIK Pd-Ag NANOPARTİKÜLLERİN SENTEZİ VE ANTİBAKTERİYEL AKTİVİTELERİ

Synthesis and Antibacterial Activities of Green Bimetallic Pd-Ag Nanoparticles Mediated by Nigella Sativa

Tuğba Gür[1] & Ayşenur Aygün[2] & Fatih Şen[2]

1 (Dr.Öğrt. Üyesi); Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Van-Türkiye, tugbagur@yyu.edu.tr
2 (Doktora Öğr.); SRG, Biyokimya Bölümü, Dumlupınar Üniversitesi, 43000, Kütahya, Türkiye, aysenur.4334@gmail.com
2 (Doç. Dr.); SRG, Biyokimya Bölümü, Dumlupınar Üniversitesi, 43000, Kütahya, Türkiye, Fatihsen1980@gmail.com

Öz: Giriş ve Amaç: İnorganik nanopartiküller, sahip oldukları benzersiz özelliklerinden dolayı nanotıp alanında büyük ilgi görmüştür. Nanopartiküller, biyolojik bilimlerde spesifik taşıyıcı maddeler olarak bilinirler. Bunların spesifik taşıyıcı olarak kullanılmasındaki amaç, nanopartiküller ile istenilen hücreye ilaçların etkinliği artırılmış ve yan etkileri azaltılmış olarak ulaşılabilirliği sağlamak, sağlıklı dokulardaysa hasarı azaltmaktır. Metal nanopartiküller, iyonlaşmaları sonucu bazı hücreler üzerinde öldürücü etkiye sahiptirler. Örneğin, gümüş nanopartiküllerin (AgNPs), bakterilerilerde ve hücre zarında hasara yol açarak hücrelerin üremelerini engellediği bilinmektedir. Antimikrobiyal etkisinin yanısıra, gümüş metalinin sağlıklı hücrelerde düşük toksisite ve kendine özgü antioksidan özelliğide bilinmektedir. Yeşil sentezle ucuz, çevreci ve nontoksik olarak üretilen metalik nanopartiküller, bilim adamlarının her geçen gün daha da ilgisini çekmektedir. Pd-Ag bimetalik nanopartiküller (Pd-Ag NP'ler), basit ve uygun maliyetli olarak yeşil sentez yöntemi ile elde edildi. Bu yöntemde Pd-Ag metal iyonlarının indirgenmesi ve stabilizasyonu için Nigella sativa tohumu özü kullanılark elde edilen nanopartiküllerin S. aureus ve E. coli bakterileri üzerindeki antibakteriyel etkinliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Material ve Metot: S. aureus ve E. coli bakterileri kullanıldı. Pd-Ag NP'leri, ultraviyole görünür spektroskopi (UV-Vis) ve X ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS) karakterizasyon yöntemleri ile karakterize edildi. Sonuç: Pd-Ag NP'lerin 200-300 nm absorbans değerleri arasında zirveleri vardı. Ek olarak, Pd-Ag NP'lerin antibakteriyel aktiviteleri test edildi. Pd-Ag NP'lerin farklı konsantrasyonları, S. aureus ve E. coli bakterilerine karşı antibakteriyel etkinlikleri için değerlendirildi. Sonuçlara göre,

konsantrasyon miktarı ile antibakteriyel aktivite arasında doğrudan bir ilişki olduğu görülmüştür. Bu nedenle Pd-Ag NP'lerin farmasötik, kozmetik gibi çeşitli alanlarda potansiyel bir antibakteriyel aktif madde olarak kullanılması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antibakteriyel aktivite, Yeşil sentez, Pd-Ag bimetalik nanopartiküller.

Abstract: Introduction and Purpose: Inorganic nanoparticles have attracted great attention in the field of nanomedicine due to their unique properties. Nanoparticles are known in the biological sciences as specific carriers. The purpose of using these as specific carriers is to increase the efficacy of drugs to the desired cell with nanoparticles and to provide accessibility with reduced side effects, and to reduce damage in healthy tissues. Metal nanoparticles have a lethal effect on some cells as a result of their ionization. For example, silver nanoparticles (AgNPs) are known to inhibit the growth of cells by causing damage to bacteria and cell membranes. In addition to its antimicrobial effect, silver metal is known to have low toxicity and specific antioxidant properties in healthy cells. Metallic nanoparticles, which are produced by green synthesis as cheap, environmentally and non-toxic, attract the attention of scientists with each passing day. Pd-Ag bimetallic nanoparticles (Pd-Ag NPs) were obtained by green synthesis method in a simple and cost-effective manner. In this method, it was aimed to investigate the antibacterial activity of nanoparticles on S. aureus and E. coli bacteria using Nigella sativa seed extract for reduction and stabilization of Pd-Ag metal ions. Materials and Methods: S. aureus and E. coli bacteria were used. Pd-Ag NPs were characterized by ultraviolet visible spectroscopy (UV-Vis) and X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) characterization methods. Conclusion: Pd-Ag NPs had peaks between 200-300 nm absorbance values. In addition, the antibacterial activities of Pd-Ag NPs were tested. Different concentrations of Pd-Ag NPs were evaluated for their antibacterial activity against S. aureus and E. coli bacteria. According to the results, there was a direct relationship between the amount of concentration and antibacterial activity. Therefore, Pd-Ag NPs are intended to be used as a potential antibacterial active agent in various fields such as pharmaceuticals, cosmetics.

Keywords: Antibacterial activity, Green synthesis, Pd-Ag bimetallic nanoparticles.

GİRİŞ

"Nano" Latince de kullanılan "nanus" kelimesinden gelmektedir ve cüce anlamındadır. Fiziksel bir büyüklüğün milyarda biri anlamında kullanılmaktadır (Wang 2004). Nanoteknoloji terimi malzemelerin atom ya da molekül bazında işlenmesi, ayrılması, birleştirilmesi ve bozulması anlamına gelmektedir (Norio 1974). Yukarıdan aşağıya ya da aşağıdan yukarıya doğru olan iki farklı yöntemle sentezi gerçekleştirilir. Yukarıdan aşağıya yaklaşımında yığın malzeme kademeli bir şekilde nanoboyuta indirilir. Aşağıdan yukarıya yaklaşımında ise atom ya da moleküller nanometre mertebesinde yapılar oluşturur (Narayanan et. all., 2010). Nanoteknoloji elektronik ve yarı iletken teknolojisinden, biyosensörlere; nanotüplerden, nanoboyutta boyamalara, mikro cerrahiden, nano-robotlara kadar birçok alanda kullanım alanına sahiptir.

Metalik nanopartiküllerin çözelti ortamında sentezi için çok çeşitli metodlar kullanılmaktadır. Bunlar hidrotermal ve eletrokimyasal sentez, ters misel/ mikroemülsiyon metod, kimyasal indirgenme, sono kimyasal çöktürme, v.b. işlemlerdir. Bu çalışmalar sonucunda elde edilen nanopartiküllerin belirli bir morfolojiye ve büyüklüğe ulaşmış olmaları amaçlanmaktadır. Elde edilen metal nanotaneciklerin özelikleri yığın yapının özeliklerine benzememektedir. Bu şekilde yeni özelliklere sahip olarak sentezlenen metal nanotanecikler sayesinde günümüzde özellikle gümüş nanotanecikler elektronik, malzeme bilimi, nanotıp gibi yeni teknolojilerde geniş kullanım alanına sahip olmaktadır ve bilim adamlarının oldukça ilgisini çekmektedir (Bar et all., 2009a). Metalik nanopartiküllerin fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılarak sentezlenmelerinin toksik olma, biyouyumlu olmama ve çok pahalı olmaları gibi birçok dezavantajlara sahip olmalarından dolayı, bitki ekstraktı, mikrop, mantar, maya, alg, virüs v.b. canlı organizmaları kullanarak yeşil sentez adı verilen bir prosesle metal nanotanecik sentezleme yöntemi geliştirilmiştir. Bitkiler eski çağlardan beri insanların hayatında önemli bir yere sahip olmuştur.

Çörek otu (Nigella sativa) da gekleneksel tıpta sıklıkla kullanılan bitkilerden biridir. Çörek otunun besin içeriği incelendiğinde %20,8 ham protein, %3,7 ham kül, %7,0 nem, lipit %34,8 ve %33,7 karbonhidrat içerdiği görülmektedir (Atta 2003). Çeşitli çalışmalarda çörek otunun; antibakteriyel, antifungal, antiviral, antiprotozoan, antihistaminik, antioksidan, antienflamatuvar ve immünostimulant gibi birçok farmokolojik etkilere sahip olduğu gösterilmiştir (Altınterim 2010). Astım, hipertansiyon, enflamasyon, öksürük, bronşit, baş ağrısı, egzama, grip, ateş, baş dönmesi gibi birçok hastalıkta da çörek otu sıklıkla

kullanılmaktadır (Altınterim 2010) . Bu çalışmada alternatif tıp alanında oldukça önemli bir yere sahip olarak kullanılan çörek otu (Nigella sativa) bitkisinin tohum ekstraktları kullanılarak, Pd-Ag bimetalik NP'leri sentezlenmiş ve *S. Aureus ve E.coli* gibi bakteriler üzerindeki antibakteriyel aktiviteleri incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çörek Otu Tohumu Ekstraktının Hazırlanması

Çörek otu tohumundan 5 gr alınarak bir beher içine konuldu ve üstüne bir miktar % 70'lik etanol eklendi. Mikrodalga fırında 5 dk süreyle bekletildikten sonra çörek otu tohumunun ekstraktı elde edildi. Elde edilen ekstrakt süzgeç kâğıdı kullanılarak katı parçacıklardan kurtulmak için süzüldü ve nanopartikül sentezi için kullanıldı.

Pd-Ag Bimetalik Nanoparçacıklarının Sentezi

20 mL çörek otu ekstresi, saf su ile 100 mL'lik hacme tamamlandı. Daha sonra, karışıma belirli miktarda 15 mg $AgNO_3$ ve 16 mg $PdCl_2$ tuzları ilave edildi ve metal tuz iyonlarının indirgenmesi için manyetik-karıştırıcıda 90 °C'de 2 gün bırakıldı. İlk haldeki şeffaf çözelti kahverengi-siyah bir renge dönüşmesi sonucu metal iyonlarının indirgendiği gözle tespit edilmektedir. Elde edilen sentez solüsyonunda tepkimeye girmemiş atık malzemelerin uzaklaştırılması için, etonol ile yıkanıp ve santrifüj işlemi yapıldı. Yıkama sonrasında alkolün uzaklaşması için nanopartiküller oda sıcaklığında kurumaya bırakıldı.

Bakteri Kültürü Hazırlama ve Antibakteriyal Testi

Stok katı besiyerindeki bakteri kültüründen ***(S. Aureus***, ***E. coli)*** 5 ml sıvı besiyerine öze yardımıyla bakteriler eklendi ve çalkalayıcı üzerinde 37^{o} C'de etüv içinde 24 saat inkübasyona bırakıldı.

Antibakteriyal Aktivite Test Aşamaları

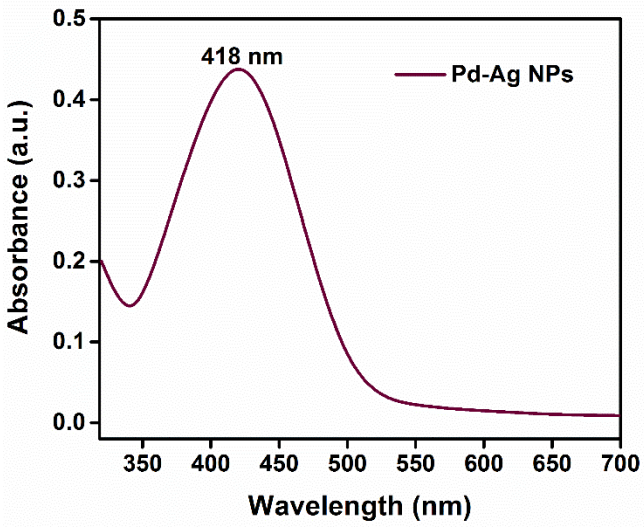
24 saat sonra elde edilen overnight bakteri kültürünün 96 well plate kullanılarak konsantrasyonu ölçüldü ve bakteriler Np denemeleri için hazırlanacak kültürde 0.5 McFarland konsantrasyonunda olacak şekilde gerekli hesaplamalar yapılarak eklendi. Pd-Ag nanoparçacıkları 200 µg/mL konsantrasyondan itibaren seyreltilerek farklı konsantrasyon denemeleri yapıldı. Nanopartikül-besiyeri-bakteri kültürü 96 well plate içinde hazırlanıp büyümelerini ve ilaç etkisini gözlemlemek için etüvde

çalkalayıcı üzerinde 37° C'de inkübasyona bırakıldı. 24 saat sonra ilaç-besiyeri-bakteri kültürü etüvden çıkartıldı ve multimode reader okuyucuda 96 well plate okutulurak elde edilen çıkan sonuçlar grafik haline getirilerek değerlendirildi.

BULGULAR

UV-vis Spektroskopi Analizi

Çörek otu ekstresi kullanılarak sentezlenen AgPd NP'lerin karakterizasyonu UV-Vis absorbans spektroskopisi ile gerçekleştirildi. Ag NP'leri 425 nm'de (Turunç E and et all.,2017) ve Pd NP'leri ise 410 nm'de absorpsiyon bandı göstermektedir (S. Momeni and I. Nabipour, 2015). Pd-Ag NP'ler ise maksimum 418 nm dalga boyunda absorpsiyon bandı göstermektedir. 410 nm'de elde edilen absorpsiyon bandında görülen kayma Pd-Ag nanopartiküllerinin alaşım olduğunu göstermektedir.



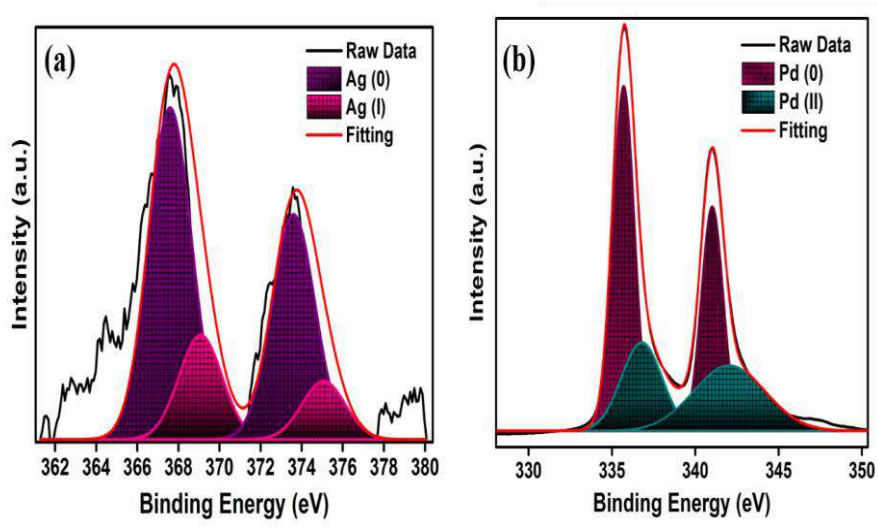
Şekil 1. *Nigella sativa* yardımıyla sentezlenen Pd-Ag NP'lerine ait UV-vis görüntüsü.

Pd-Ag NP'lerin XPS Analizi

XPS analiz sonuçları, Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekil 2a'da Ag NP'lerine ait XPS yer almaktadır. Ag (0) ve Ag (I) 'e ait iki pik zirvesi görüldü. Ag (0)'a karşılık gelen pik zirveleri 367.59-373.60'dır ve Ag (I)'e karşılık gelen pik zirveleri ise 369.08-375.06'dır. Şekil 2a'da Ag (0)

değerliklerin fazla olması Ag NP'lerinin elde edildiğini göstermektedir. Ag (I)'ler ise indirgenmeyen ya da okside olan Ag metalini ifade etmektedir.

Şekil 2b'de ise Pd NP'lerine ait XPS yer almaktadır. Pd (0) ve Pd (II) 'e ait iki pik zirvesi görüldü. Pd (0) için pik zirveleri 335.70-341.02 değerlerine karşılık gelmektedir ve Pd (II) için ise pik zirveleri 336.78-342.04 değerlerine karşılık gelmektedir. Şekil 2b'de Pd (0) değerliklerin fazla olması Pd NP'lerinin elde edildiğini göstermektedir. Pd (II)'ler ise indirgenmeyen ya da okside olan Pd metalini göstermektedir.

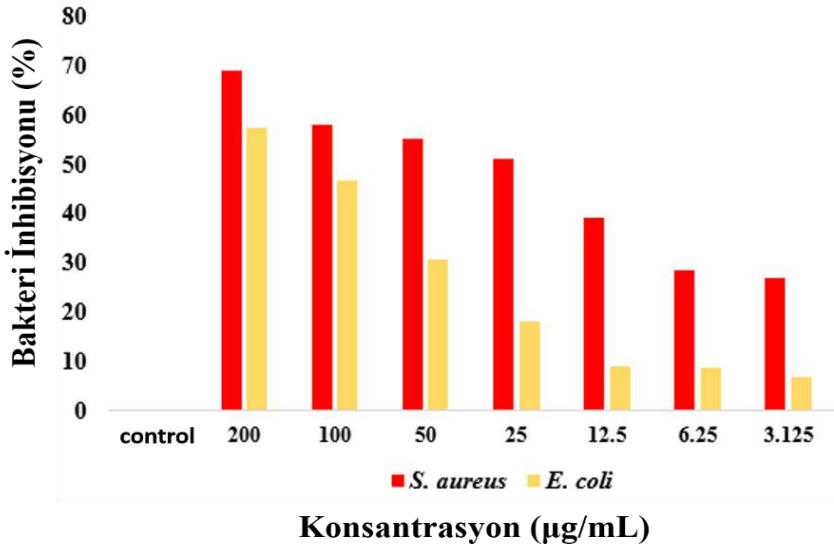


Şekil 2. *Nigella sativa* yardımıyla sentezlenen Pd-Ag NP'lerinin (a) Ag 3d, (b) Pd 3d bölgelerine ait XPS görüntüsü

Pd-Ag NP'lerin Antibakteriyel Aktivitesi

Minimal inhibitör konsantrasyon (MİK), mikroorganizmaların büyümesini inhibe eden antimikrobiyal maddenin en düşük konsantrasyonu olarak tanımlanmaktadır. Çörek otu yardımıyla yeşil sentezle elde edilen Pd-Ag NP'lerinin MİK değerleri broth dilüsyon yöntemi ile belirlendi. Pd-Ag NP'leri farklı konsantrasyonlarda hazırlandı. Antimikrobiyal uygulama, gram-pozitif (*S.aureus*) ve gram-negatif (*Escherichia coli*) bakterilerine karşı çeşitli konsantrasyonlarda antibakteriyel aktiviteleri incelendi. Pd-Ag NP'lerinin gram pozitif *S.aureus* bakterisine karşı öldürücülüğü 200 µg/mL için %69.29

oranındadır. Gram negatif *E.coli* bakterisine karşı öldürücülüğü ise 200 µg/mL'de %57.49 oranındadır.



Şekil 3. *Nigella sativa* yardımıyla sentezlenen Pd-Ag NP'lerine ait antibakteriyel sonuçlar

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yeşil sentez yöntemiyle elde edilen nanopartiküller çevreye dost, toksik olmayan ve ekonomik olarak elde edilmelerinden dolayı günümüzde oldukça rağbet görmektedir ve gelecekte yapılacak olan çeşitli çalışmalar da kullanılabilir kapasiteye sahiptirlerdir. Bu çalışmada da, çörek otu ekstresinden yardımıyla sentezlenen Pd-Ag NP'lerinin karakterizasyonu sonucunda, 418 nm'de maksimum absorbansa değerine sahip olduğu görüldü. Bu parçacıkların, *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* bakterilerine karşı öldürücü etkilerinin olduğu görüldü. Bu yöntemle sentezlenen nanopartiküllerin, oldukça güçlü antibakteriyel etkilerinin olduğu tespit edildi. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Pd-Ag NP'lerinin kozmetik, ilaç vb. alanlarda kullanım alanına sahip olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Wang, Z.L., (2004). "What is nanotechnology? And how will this small wonder make a big change in manufacturing", Industrial Engineer, 36: 28-30.)

2. Norio, T., (1974). On the Basic Concept of Nano-Technology, ed^eds. Proc. Intl. Conf. Prod. Eng. Tokyo: Japan Society of Precision Engineering, 18-23.)

3. Narayanan K. B., Sakthivel N. (2010). Biological synthesis of metal nanoparticles by microbes, Advances in Colloid and Interface Science 156, 1–13)

4. Bar H., Bhui D.Kr., G. P. Sahoo., Sarkar P., De S. P., Misra A. (2009a). Green synthesis of silver nanoparticles usıng lateks of Jatropha curcas, Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 339, 134-139)

5. Altınterim B. (2010).“Çörekotu (*Nigella Sativa, L*) Yağının Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus Mykiss*, Walbaum, 1792)’nın İmmün Sistemine Etkisinin Araştırılması”., Fırat Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi*, Sayfa 6-7. ELAZIĞ.

6. Atta M. B. (2003).“Some characteristics of nigella (*Nigella sativa* L.) seed cultivated in Egypt and its lipid profile”. ***Food Chemistry***, 83 p.63–68.

7. Turunc E., Binzet R ., Gumus I ., Binzet G ., Hakan Arslan. (2017). Green synthesis of silver and palladium nanoparticles using Lithodora hispidula (Sm.) Griseb. (Boraginaceae) and application to the electrocatalytic reduction of hydrogen peroxide, Materials Chemistry and Physics 202 ,310e319.

8. Momeni S, Nabipour I. (2015). A Simple Green Synthesis of Palladium Nanoparticles with Sargassum Alga and Their Electrocatalytic Activities Towards Hydrogen Peroxide, Appl Biochem Biotechnol 176:1937–1949.

ISMS
International Symposium
on Academic Studies in Science,
Engineering and Architecture Studies

Pt-Ag BİMETALİK NANOPARTİKÜLLERİN *NİGELLA SATİVA* EKSTRESİ YARDIMIYLA YEŞİL SENTEZİ VE İN VİTRO OLARAK ANTİBAKTERİYEL POTANSİYELLERİNİN İNCELENMESİ

Green Synthesis of Pt-Ag Bimetallic Nanoparticles with Nigella sativa Extract and Investigation of Antibacterial Potential in Vitro

Tuğba Gür[1] & Ayşenur Aygün[2] & Fatih Şen[2]

1 (Dr.Öğrt. Üyesi); Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Van-Türkiye, tugbagur@yyu.edu.tr
2 (Doktora Öğr.); SRG, Biyokimya Bölümü, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye, aysenur.4334@gmail.com
2 (Doç. Dr.); SRG, Biyokimya Bölümü, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye, Fatihsen1980@gmail.com

Öz: Nanoteknoloji sayesinde üretilen nanomateryaller, şekil ve boyut itibariyle, maddelerin birbirleriyle moleküler ve hücresel düzeylerde etkileşime girmelerine olanak sağlamaktadır. Nanoteknolojinin birçok endüstri alanında kullanılmasının yanı sıra, tıbbi ve biyolojik bilimlerde de kullanılmaktadır. Nanoteknolojiden faydalanılarak üretilen nanomateryallerden olan nanopartiküller hacimsel olarak oldukça küçük boyutlarda olmalarına rağmen, birçok alanda da büyük etkiler göstermektedirler. Metal nanopartiküller ve tıbbi bitki ekstraktlarının kombinlenmesi ile elde edilen nanopartiküllerin, güçlü antimikrobiyal ve sitotoksik etkileri görülmektedir. Yeşil sentez yolu ile elde edilen metal nanopartiküller birçok çalışmada sıklıkla kullanılmaktadırlar. Bu amaçla soy metallerin de bir araya getirilerek bimetalik alaşım ya da core-shell yapılarının sentezlenmesine yönelik çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Bu çalışmada *Nigella sativa* ekstraktı yardımıyla sulu bir ortamda platin-gümüş bimetalik nanoparçacıkları (Pt-Ag NP'ler) yeşil sentez yöntemi ile elde edildi. Pt-Ag@NP'lerinin Uv-Vis spektrumu ve X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS) analizleri ile karakterizasyonu yapıldı. Uv-Vis spektrumunda 300 ile 500 absorbans değerleri arasında zirveler görüldü. Ayrıca *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerine karşı antibakteriyel aktiviteleri incelendi. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda nanopartiküller farmasötik, kozmetik ve ilaç endüstrilerinde potansiyel kullanım alanına sahip olabilir.

Anahtar kelimeler: Pt-Ag NP'ler, yeşil sentez, *Nigella sativa* Ekstresi

Abstract: Nanomaterials produced by nanotechnology, in terms of shape and size, allow substances to interact with each other at molecular and cellular levels. Nanotechnology is used in many industries as well as medical and biological sciences. Although nanoparticles, which are produced by using nanotechnology, are quite small in volume, they show great effects in many areas. Strong antimicrobial and cytotoxic effects of nanoparticles obtained by combining metal nanoparticles and medicinal plant extracts are observed. Metal nanoparticles obtained by green synthesis are frequently used in many studies. For this purpose, it is also included in the literature to synthesize bimetallic alloy or core-shell structures by bringing together noble metals. In this study, the green synthesis method of platinum-silver bimetallic nanoparticles (Pt-Ag NPs) was obtained in an aqueous medium with the help of Nigella sativa extract. Characterization of Pt-Ag @ NPs was performed by Uv-Vis spectra and X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) analysis. Peaks between 300 and 500 absorbance values were observed in the Uv-Vis spectrum. Antibacterial activities of E. coli and S. aureus were also investigated. Based on the results obtained, nanoparticles may have potential uses in the pharmaceutical, cosmetic and pharmaceutical industries.

Key words: Pt-Ag NPs, green synthesis, Nigella sativa Extract

GİRİŞ

Son yıllarda nanoboyutlu malzeme üretimine yönelik çalışmalar oldukça önemli bir alan olma doğrultusunda büyük bir ilerleme kaydetmektedir. Nanokristaller, nanopartiküller, nanotüpler, nanoteller, nanoçubuklar veya nano ince filmler, nanoboyutlu malzeme olarak bilinen yapılardır. Nanoteknolojik maddelerin en önemli özellikleri, belli boyut aralığında hacimsel yapılarından farklı olarak olağandışı işlevsellik sergilemeleridir (Goldstain 1997; Rao 2005). Boyutları 1 - 100 nm aralığında kalan tozlar olarak tanımlan nanopartiküller, nanoboyutlu malzemelerin temelini oluşturmaktadır (Miller et all., 2004; Rao 2005). Kuantum boyut etkileri, elektronik yapısının boyut bağımlılığı, yüzey atomlarının benzersiz karakterleri ve yüksek yüzey/hacim oranı gibi maddeler, nanopartiküllerin önemli özellikleri olarak sayılabilir. (Liveri 2006). Nanopartiküller geniş bir kimyasal aralık ve morfolojide sentezlenebilirler. Günümüzde çekirdek-kabuk, katkılı, sandviç, boşluklu, küresel, çubuk benzeri ve çok yüzlü gibi farklı morfolojilere sahip metal, metal alaşımı, seramik ve polimer esaslı veya bunların karışımından istenilen özelliklere sahip nanopartiküller hazırlanabilir (Liveri 2006). Sıvı kristaller, jeller, misel çözeltileri ve mikroemülsiyonlar formunda olabilen

farklı mikroheterojen sistemler kullanılarak, aşağıdan yukarıya yaklaşımla moleküler seviyeden nanopartikül üretimi yapılabilir. Bu metotla, metaller, oksitler, sülfatlar ve suda çözünmeyen maddeler ile birlikte suda çözünebilir inorganik ve organik malzemelerin nano boyutta sentezlenmesi gerçekleştirilebilir. Bu yöntem sayesinde, çekirdek-kabuk, katkılı, sandviç veya poröz nanopartiküllerin üretimi sağlanabilmektedir.

Metal nanopartiküllerin üretimine bitki ekstraktlarının kullanımı son yıllarda birçok bilim insanı tarafından denenmektedir. Bu çalışmada çörek otu bitkisinin ekstraktını kullanılarak Pt-Ag nanopartikülleri sentezlendi ve bunların antibakteriyel etkileri farklı bakteri kültürleri üzerinde incelendi. Çörek otu ,Ranunculacea (Düğünçiçeğigiller) familyasının *Nigella sativa* türüdür. Bitkinin kapsül içerisinde oluşan tohumu bitkinin besin olarak kullanılan kısmıdır. Yapılan çalışmalarda, çörek otu tohumunda bulunan timokinon, ditimokinon, timohidrokinon, timol ve nigellon gibi uçucu yağlar teşhis ve izole edilmiştir (Worthen et all., 1998; Ghosheh et all., 1999; El-dakhakhny 1963). Birçok bilim adamlarının yaptıkları çalışmalarda, çörek otunun çeşitli kanser hücrelerine karşı sitotoksik etkili olduğu (Swamy and Tan 2000), hücresel aktivasyonu ve tümöre özel antikorların üretimini artırdığı bildirilmiştir (Medenica et all.,1993).

MATERYAL ve METOT

Çörek Otu Tohumu Ekstraktının Hazırlanması

Çörek otu tohumundan 10 gr tartılarak bir beher içine konuldu ve üstüne 100 mL % 70'lik etanol eklendi. Beher mikrodalga fırında 5 defa 1 dk süreyle bekletildi ve çörek otu tohumu ekstraktı elde edildi. Sonrasında elde edilen ekstrakt Whatman kağıdı ile süzüldü ve nanapartikül sentezi için kullanıldı.

Pt-Ag Alaşımlı Nanoparçacık Sentezi

Balon joje içerisinde bulunan 10 ml ekstrakt ve 90 ml saf su içerisine 16 mg $AgNO_3$ ve 32 mg $PtCl_4$ eklendi. Daha sonrasında indirgenme reaksiyonlarının gerçekleşmesi için 2 gün boyunca (siyah renk elde edilene kadar) 95^o C'de manyetik karıştıcıya bırakıldı. 2 gün sonunda elde edilen siyah renk indirgenme reaksiyonunun gerçekleştiğini göstermektedir.

Bakteri Kültürü Hazırlama ve Antibakteriyal Testi

Stok katı besiyerindeki bakteri kültüründen ***(S. Aureus***, ***E. coli)*** 5 ml sıvı besiyerine öze ile bakteriler ekildi ve çalkalayıcı üzerinde 37^{o} C'de etüv içinde 24 saat çoğalmaya bırakıldı.

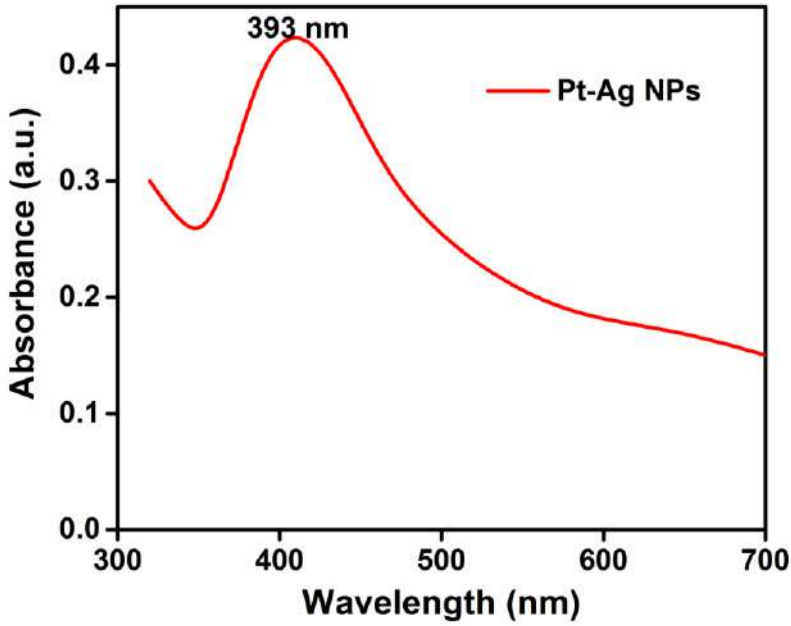
Antibakteriyal Testi Aşamaları

24 saatin sonunda over night bakteri kültürünün OD:600 nm'de konsantrasyonu ölçüldü ve antibakteriyel test için hazırlanacak kültürde 0.5 McFarland sabitine göre 96 well plate ekildi. Nanopartiküller 3.125-200 µg/mL arasında farklı konsantrasyonlarda denemeleri yapıldı. Besiyeri bakteri kültürü ve nanopartiküller eklendikten sonra etüvde çalkalayıcı üzerinde 37^{o} C'de inkübasyona bırakıldı. 24 saat sonra nanopartikül-besiyeri-bakteri kültürü etüvden çıkartılıp ve multimode reader okuyucuda OD:600 nm'de 96 well plate okutulurak, elde edilen sonuçlar grafik haline getirildi.

BULGULAR

UV-vis Spektroskopi Analizi

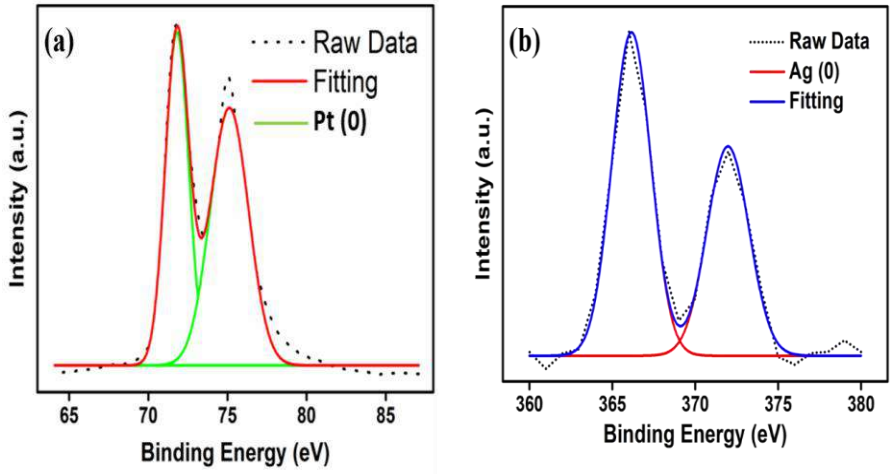
Çörek otu bitkisi yardımıyla Pt-Ag NP'lerinin yeşil sentezi renk değişimi ile gözlemlendi. Renk değişimi indirgenme reaksiyonunun gerçekleştiğini ifade etmektedir. Pt-Ag NP'lerinin UV-Vis spektroskopi ile karakterizasyonu yapıldı. Pt-Ag NP'lerini Uv-vis spekturumunda 393 nm dalga boyunda absorbans pik değeri gösterdi (Şekil 1). Bitki ekstreleri kullanarak elde edilen platin nanopartikülleri 263 nm'de pik oluştururken, gümüş nanopartikülleri 424 nm'de pik oluşturur [Aygun et all.,2019; Kalaivani et all., 2018).



Şekil 1. Biyojenik Pt-Ag NP'lerine ait Uv-vis spekturum analizi

Pt-Ag NP'lerin XPS Analizi

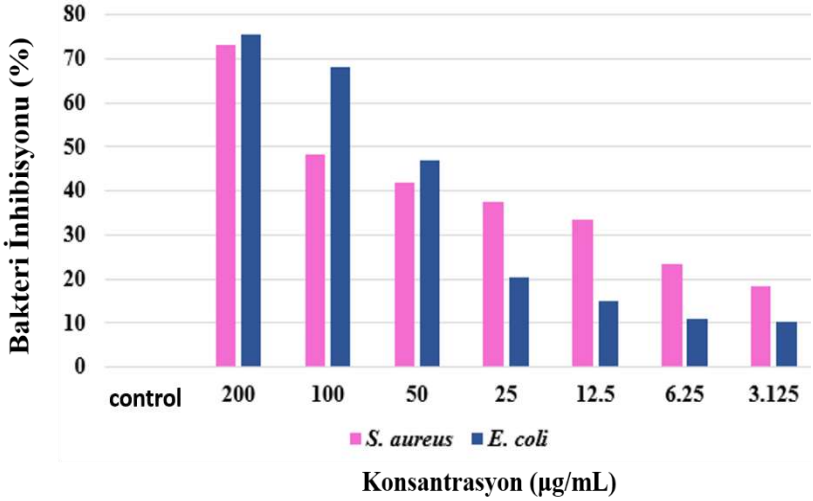
Ag NP'lerin ve Pt NP'lerinin elektronik yapısı, X-ışını fotoelektron spektroskopisi kullanılarak incelenmiştir. (XPS, PHI 5000 Versa Probe). XPS analiz sonuçları, Şekil 2'de yer almaktadır. Şekil 2a'da Pt NP'lerine ait XPS analizi gösterilmiştir. Pt (0)'ın 4f bölgesi incelenmiştir ve Pt (0)'lar nanoboyutu ifade etmektedir. Pt (0) 4f bölgesinde 71.8 ve 75.11 değerlerine karşılık pikler görüldü. Şekil 2b'de ise Ag NP'lerinin 3d bölgesine ait XPS analizi gösterilmiştir. Ag (0), Ag metalinin Ag NP'lerine indirgendiğini göstermektedir. Ag (0) 3d bölgesinde 366.15 ve 371.97 değerlerine karşılık pikler görüldü.



Şekil 2. Biyojenik Pt-Ag NP'lerine ait (a) Pt (0) 4f bölgesi (b) Ag (0) 3d bölgesine ait XPS analizi

Pt-Ag NP'lerin antibakteriyel uygulamaları

Pt-Ag NP'lerin, *S.aureus* (gram-pozitif) ve *E.coli* (gram-negatif) bakterilerine karşı oldukça yüksek antibakteriyel etkiye sahip olduğu görüldü. Pt-Ag NP'leri, 200 µg/mL'de konsantrasyonda *S.aureus* bakterisine karşı %73.1, *E.coli* bakterisine karşı %75.31 oranında öldürücü etkiye sahip olduğu görüldü (Şekil 3). Pt-Ag NP'lerinin antibakteriyel etkisi gram-pozitif bakteriye göre gram-negatif bakteride daha yüksek olduğu görüldü. Bu durumun nedeni hücre duvarları ve zar yapılarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 3. Biyojenik Pt-Ag NP'lerine ait *S. aureus* ve *E. coli* bakterilerine karşı antibakteriyel aktivite

TARTIŞMA VE SONUÇ

Sonuç olarak çevreye dost, uygun maliyetli, Pt-Ag NP'leri sentezlendi. Metal nanopartiküllerinin yeşil sentezinde *Nigella sativa* bitki ekstraktı Pt ve Ag iyon tuzlarının indirgenmesi ve stabilizasyonu için kullanıldı. Yapılan bütün işlemler yeşil kimyanın prensipleriyle uyumlu olarak gerçekleştirildi. Yapılan çalışmada, *Nigella sativa* ekstresi yardımı ile sentezlenen Pt-Ag NP'lerin, Uv-vis spektrumunda 390 nm'de absorbans pik görüldü. Pt ve Ag NP'lerine kıyasla absorbans peekinde oluşan kayma Pt-Ag NP'lerinin alaşım yapıda olduğunu ortaya koymaktadır. XPS analizi ile Pt ve Ag nanopartiküllerinin varlığı ve indirgenmenin olduğu görüldü. Ayrıca Pt-Ag NP'lerinin, *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* bakterilerine karşı yüksek öldürücü etkileye sahip oldukları tespit edildi. Yeşil sentez yöntemiyle elde edilen Pt-Ag NP'leri çeşitli uygulamalarda antibakteriyel ajan olarak kullanılabileceği tahmin edilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Goldstain, A., 1997. Handbook of Nanophase Materials, Marcel Dekker Inc, New York.

2. Rao, C.N. R. Müller, A. Cheetham, A. K. 2005. The Chemistry of Nanomaterials Volume 1, WILEY VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Weinheim.

3. Miller, J. C., Serrato, R., Represas- Cardenas, J. M. and Kundahl, G., 2004. The Handbook of Nanotechnology, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersy.

4. Liveri, V. T., 2006. Controlled Synthesis of Nanoparticles in Microheterogeneous Systems, Springer Science+Business Media, Inc., New York.

5. Worthen DR, Ghosheh OA, Crooks PA.1998. The in vitro antitumor activity of some crude and purified components of black seed, Nigella sativa L. Anticancer Res ,18:1527-32.

6. Ghosheh OA, Houdi AA, Crooks PA. 1999. High performance liquid chromatographic analysis of the pharmacologically active quinones and related compounds in the oil of the black seed (Nigella sativa L.). J Pharm Biomed Anal, 19:757- 62.

7. El-dakhakhny M. 1963. Studies on the chemical constitution of Egyptian Nigella sativa L. seed. II. The essential oil. Planta Med;11:465-70.

8. Swamy SM, Tan BK. 2000. Cytotoxic and immunopotentiating effects of ethanolic extract of Nigella sativa seeds. J Ethnopharmacol;70:1-7.

9. Medenica R, Mukerjee S, Huschart T, Koffskey J, Corbit W. 1993. Nigella sativa plant extract increases number and activity of immune component cell in humans. Exper Hematol ;21:1186.

10. Aygun A, Gülbagca F, Ozer LY, Ustaoglu B, Altunoglu YC, Baloglu MC, Atalar MN, Alma MH, Sen F. 2019. Biogenic platinum nanoparticles using black cumin seed and their potential usage as antimicrobial and anticancer agent, J Pharm Biomed Anal, 2:112961.

11. Kalaivani R, Maruthupandy M, Muneeswaran T, Hameedha Beevi A, Anand M, Ramakritinan C.M., Kumaraguru A.K. (2018). Synthesis of chitosan mediated silver nanoparticles (Ag NPs) for potential antimicrobial applications, Frontiers in Laboratory Medicine, 2:1, 30-35.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

BAZI DOĞAL BİLEŞİKLERİN PANKREATİK KOLESTEROL ESTERAZ ENZİM ÜZERİNDE ETKİSİNİN İN SİLİKO VE İN VİTRO OLARAK ARAŞTIRILMASI

Gürbey Baş[1] & Şevki Adem[1]
[1]*Çankır Karatekin Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü*
sevkiadem@gmail.com

Öz: Yüksek kan kolesterol seviyesi kan damarları için önemli bir problemdir. Yüksek seviyesi ülkemizde de ölüm nedenlerinin ilk sıralarında gelen kalp damar problemlerinin ortaya çıkmasına neden olur. Pankreatik kolesterol esteraz diyetle alınan kolestreolün hidrolizlenmesi ve incebağırsaktan absorsiyonunda önemli bir rol oynamaktadır. Bu enzim, diyetle alınacak kolesterolün miktarını azaltmak için terapötik bir hedef olarak değerlendirilmektedir. Biz bu çalışmamızda, bazı doğal bileşiklerin enzim üzerinde etkisini in vitro olarak araştırdık. Spektrofotometrik olarak enzim aktivitesi ölçüldü. Flavone, 6-Hydroxyflavone, 5-Hydroxyflavone, 3-Hydroxyflavone, 7-Hydroxyflavone bileşiklerin beş farklı konsantrdasyonunda enzim üzerinde inhibisyon etkisi belirlendi. % aktivite-konsantrasyon grafiklerinden IC50 değerleri hesaplandı. Aynı zamanda, inhibisyon etkisi gösteren bileşiklerin enzim aktivitesini hangi etkileşimlerle engellemiş olabileceğini anlamak için docking çalışmaları yapıldı.

Anahtar Kelimeler: Pankreatik kolesterol esteraz, doğal bileşik, inhibisyon

GİRİŞ

Dünyada kardiyovasküler hastalıklar morbidite ve mortalitenin önde gelen nedenidir. Hiperlipidemi ve özellikle hiperkolesterolemi, kardiyovasküler hastalıkların ana sebebi olan aterosklerozun gelişmesinde önemli bir risk faktörüdür. Birçok fizyolojik fonksiyona sahip olan özellikle hücre zarının hayati bir bileşeni olan kolesterolün plazmadaki düzeyinin yüksek olması durumunda bu molekülün damarlarda birikerek plakların oluşumuyla ateroskleroze sebep olur. Bu hastalığın tedavisi için sayısız araştırmalar yapılmaktadır. Bu araştırmalarda, hastalıkla mücadele için yeni ve özel stratejiler belirlenmeye çalışılmaktadır. Bu yüzden, kolesterolün plazmadaki seviyesinin etkili bir şekilde korunması için, kolesterolün alımı, endojen sentezi ve katabolizması dengeleyecek mekanizmaların işlevi oldukça önem kazanmaktadır. Bu mekanizmalardan biri kolesterol esteraz enziminin inhibisyonudur(Stone ve ark. 2014, Lloyd-Jones ve ark. 2016). Pankreatik kolesterol esteraz (CEase) diyet kolesterol esterlerinin emiliminde zorunlu olan ve kolesterol misellerinin enterositlere taşınmasında görev alan bir serin hidrolaz enzimidir. Bu nedenle, Kolesterolün emilmesi ve taşınmasında CEase'nin kombine rolleri göz önüne alındığında, bunun inhibisyonu hiperkolesterolemi ve koroner

kalp hastalığı gibi ilişkili hastalıkların tedavisi için ilgi çekici bir hedeftir(Heidrich ve ark. 2004).

Bilim insanlarının bu enzim üzerine yaptıkları gen nakavt çalışmaları, CEase eksikliğinin diyet kolesterol esterlerinin bağırsak emilimini azalttığını göstermiştir. Yapılan hayvan çalışmalarında kolesterol esteraz enzim inhibitörlerinin kolesterol esterlerinin absorbsiyonunu azalttığı ifade edilmiştir. Bu yüzden kolesterol esteraz enzim aktivitesinin inhibisyonu aterosklerozun oluşumuna sebep olan hiperkolesteroleminin önlenmesi için potansiyel bir yaklaşım haline gelmiştir. Şuana kadar bilim insanları tarafından phosphaisocoumarins (Li ve ark. 2010), carbamate (Lin ve ark. 1999), 3-Alkyl-6-Chloro-2-pyrones (Deck ve ark. 1999), 6-chloro-2-pyrones (Hatch ve ark. 2002), thiazolidinediones and phosphorylated flavones (Peng ve ark. 2011) gibi birkaç sınıf kolesterol esteraz inhibitörleri çalışılmıştır. Bu enzim için yeni ve faklı inhibitör çalışmaları devam etmektedir.

Fenolik bileşikler bitkilerde fazla miktarda bulunan, meyve çiçeklere renklerini veren, çevresel stress faktörlerine karşı bitkilere koruma sağlayan, bitkilerdeki sekonder metabolitlerin ana sınıfını oluşturan, benzen halkasına hidroksil bağlı kimyasal bileşiklerdir. Fenolik bileşikler yıllardır geleneksel olarak tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Ayrıca antiokdidan, antikanser ve antiinflamatuar gibi farlı biyolojik etkilerinden dolayı önemli bileşiklerdir(Kris-Etherton ve ark. 2002, nee'Nigam 2009). Sözü edilen bileşikler insan sağlığına faydalı olabileceği gibi birçok hastalığın önlenmesi ve tedavisinde de kullanılabileceği literatürde belirtilmiştir(Rice-Evans 2001, Kris-Etherton ve ark. 2002). Daha önce literatürde fenolik bileşiklerin çeşitli enzimler üzerinde etkisi rapor edilmiştir (Adem ve ark. 2014, Aslan ve Adem 2015, Aslan ve Adem 2015, Aslan ve ark. 2016). Sunulan çalışmada fenolik doğal bileşiklerin pankreatik kolesterol esteraz üzerinde inhibisyon etkisi *in vitro* ve *in siliko* olarak araştırılması amaçlanmıştır. Literatürde bu bileşiklerin pankreatik kolesterol esteraz enzim aktivitesi üzerinde etkisinin araştırıldığı çalışmalar bulunmamaktadır.

MATERYAL VE METOT

Enzim aktivitesinde kullanılan enzim ve kimyasallar Sigma-Aldrich'den satın alınmıştır.

Enzim Aktivitesi ölçümü

Kolesterol esteraz enzim aktivitesi spektrofotometrik olarak litaretürde belirtildiği gibi ölçülmüştür(Pietsch ve Gütschow 2002). Micro Plate Redear kullanılarak yapılan ölçümlerde 96'lık plateler kullanıldı. Her bir kuyucukdaki reaksiyon karışımı 100 mM fosfat (pH:7.00)+100 mM

NaCI+12 mM NAT içeren çözeltiden 100 µL, saf sudan 120 µL, 0.018 U/mL enzimden 10 µL ve 20 mM para nitrofanilbütirattan (tamponda çözüldü) 20 µL içermektedir. Substratın ilavesi ile reaksiyon başlatılmış ve 37 ^{o}C'de, dakikada bir ölçüm alınarak 5 dakika süreyle absorbans değişimi takip edilmiştir.

İnhibisyon Çalışmaları

Bileşikler 1 mg/ml olacak şekilde DMSO da çözüldü. Daha sonra saf su ile 50 kat seyreltildi. Reaksiyon karışımına 1-120 µL aralığında 5 farklı hacimde seyreltilen stoklardan ilave edildi. İnhibitörsüz enzim aktivitesi kontrol olarak kabul edildi. Kontrol absorbans 100 kabul edildi ve bileşiklerin ilavesi ile oluşan absorbans değişimi kontrolle kıyaslanarak yüzde inhibisyon değerleri belirlendi. % aktivite-[derişim] grafikleri çizildi ve bu grafik eğrilerinden IC_{50} değerleri hesaplandı.

Docking çalışmaları

Docking çalışmalrı için Molegro Virtual Docker 7 programı kullanıldı. Enzimin üç boyutlu yapısı http://www.rcsb.org/pdb sitesinden 1CLE (**Method:** X-RAY DIFFRACTION, **Resolution:** 2 Å, **R-Value Work:** 0.149) kodu ile verilen kristal yapı kullanılacaktır(Ghosh ve ark. 1995). Çalışma için öncelikle proteinin üzerinde uygun oyuklar belirlendi. Daha sonra molekülün sdf formatındaki yapısı kullanılarak doclama işlemi gerçekleştirildi.

BULGULAR

5 flavon yapıdaki falovonoidin pankreatik kolesterol enzim aktivitesi üzerindeki inhibisyon etkisi *in siliko* ve *in vitro* olarak belirlendi. Sonuçlar çizelge Çizelge 1'de sunulmuştur.

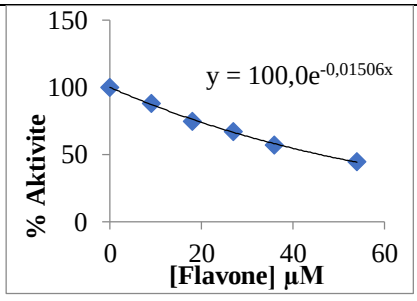
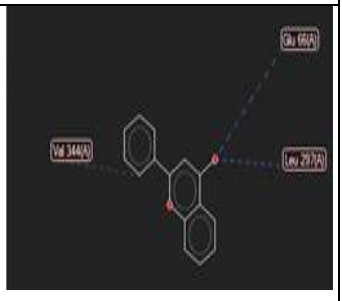
Çizelge 1. *İn vitro* ve *in silico* sonuçlar

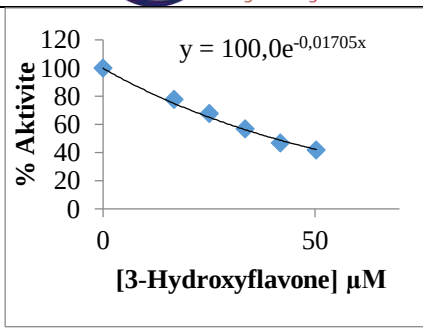
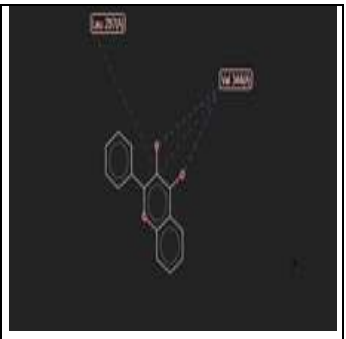
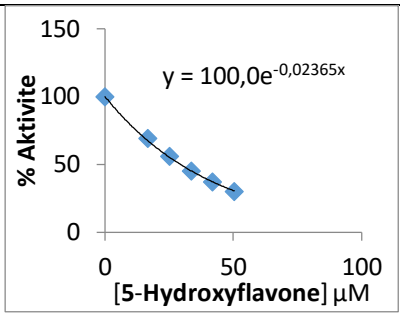
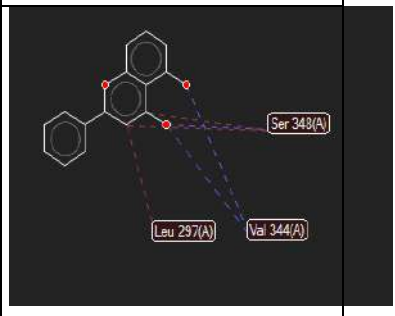
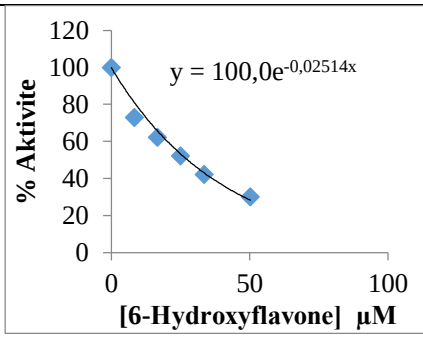
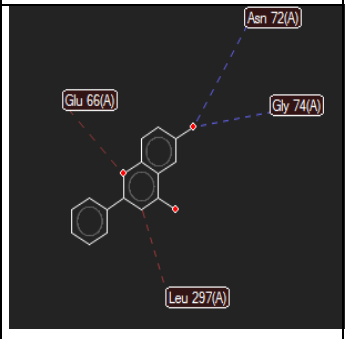
Molekülün adı	MolDock Score	IC_{50} Değerleri µM	Hidrojen bağı sayısı	Sterik etkileşmeler
Flavone	-48.2163	45	2	1
3-Hydroxyflavone	-51.6315	40	2	2
5-Hydroxyflavone	-61.6863	30	3	2
6-Hydroxyflavone	-57.0131	34	2	2
7-Hydroxyflavone	-63.2024	27	3	3

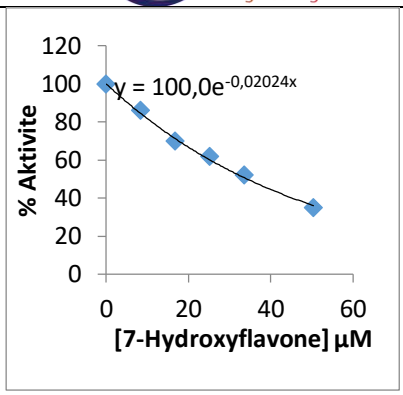
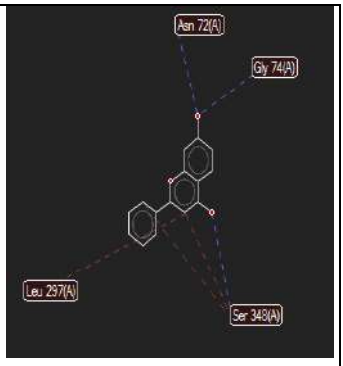
Bileşikler 27-45 µM aralığında IC_{50} değerleri ile enzim aktivitesini inhibe etmişlerdir. Flavon en düşük inhibisyon etkisi gösteren bileşiktir. 7-Hydroxyflavone pankreatik kolesterol esteraz üzerinde en yüksek inhibisyon etkisi göstermiştir. Dockin sonuçlarına in vitro sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Şekil 2. incelendiğinde enzim-molekül etkileşmesinde hidrojen bağı ve sterik etkileşmelerin etkili olduğu görülmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Kolesterol bazı kalp damar hastalıklarına yol açabilmektedir(Epstein ve ark. 1989, Maxfield ve Tabas 2005). Diyetle alınan kolesterolün sindirimi ve incebağırsaklarda taşınmasında önemeli rol oynayan kolesterol estreaz enzimi terapötik bir hedef olarak değerlendirilmektedir(Singh ve ark. 2017, Singh ve ark. 2018). Fenolik bileşikler yapıları gereği öneli biyolojik etkinliklere sahiptir. Birçok enzim aktivitesini inhibe ettiği literatürde rapor edilmiştir(Dykes ve Rooney 2007, Aslan ve ark. 2016). Yaptığımız çalışmada flavone yapıdaki 5 bileşiğin pankreatik koletrol esteraz enzim aktivitesi üzerinde inhibisyon etkisini araştırdık. Bileşikler aynı iskelet üzerinde farklı konumlarda hidroksil sübstitüentleri içermektedir. Hidroksil grubunun varlığı ve konumu molekül enzim etkileşmelerinde önemli olduğu gözlemlenmiştir. Çünkü konum değiştikçe enzimin yapısındaki değişik amino asitlerle farklı uzunlukta ve güçte etkileşmeler ortaya çıkmaktadır.

Bileşik	IC_{50} grafiği	Docking sonuçları
Flavone		

3-Hydroxyflavone		
5-Hydroxyflavone		
6-Hydroxyflavone		

7-Hydroxyflavone		

KAYNAKLAR

Adem, S., V. Comakli, M. Kuzu ve R. Demirdag (2014). "Investigation of the Effects of Some Phenolic Compounds on the Activities of Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase and 6-Phosphogluconate Dehydrogenase from Human Erythrocytes." Journal of biochemical and molecular toxicology **28**(11): 510-514.

Aslan, E. ve S. Adem (2015). "In Vitro Effects of Some Flavones on Human Pyruvate Kinase Isoenzyme M2." Journal of biochemical and molecular toxicology **29**(3): 109-113.

Aslan, E. ve S. Adem (2015). "Investigation of the Effects of Some Drugs and Phenolic Compounds on Human Dihydrofolate Reductase Activity." Journal of biochemical and molecular toxicology **29**(3): 135-139.

Aslan, E., C. Guler ve S. Adem (2016). "In vitro effects of some flavonoids and phenolic acids on human pyruvate kinase isoenzyme M2." Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry **31**(2): 314-317.

Deck, L. M., M. L. Baca, S. L. Salas, L. A. Hunsaker ve D. L. Vander Jagt (1999). "3-Alkyl-6-chloro-2-pyrones: selective inhibitors of pancreatic cholesterol esterase." Journal of medicinal chemistry **42**(20): 4250-4256.

Dykes, L. ve L. Rooney (2007). "Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits." Cereal Foods World **52**(3): 105-111.

Epstein, F. H., D. Steinberg, S. Parthasarathy, T. E. Carew, J. C. Khoo ve J. L. Witztum (1989). "Beyond Cholesterol." New England journal of medicine **320**(14): 915-924.

Ghosh, D., Z. Wawrzak, V. Z. Pletnev, N. Li, R. Kaiser, W. Pangborn, H. Jörnvall, M. Erman ve W. L. Duax (1995). "Structure of uncomplexed

and linoleate-bound Candida cylindracea cholesterol esterase." Structure **3**(3): 279-288.

Hatch, M. S., W. M. Brown, J. A. Deck, L. A. Hunsaker, L. M. Deck ve D. L. Vander Jagt (2002). "Inhibition of yeast lipase (CRL1) and cholesterol esterase (CRL3) by 6-chloro-2-pyrones: comparison with porcine cholesterol esterase." Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Protein Structure and Molecular Enzymology **1596**(2): 381-391.

Heidrich, J. E., L. M. Contos, L. A. Hunsaker, L. M. Deck ve D. L. Vander Jagt (2004). "Inhibition of pancreatic cholesterol esterase reduces cholesterol absorption in the hamster." BMC pharmacology **4**(1): 5.

Kris-Etherton, P. M., K. D. Hecker, A. Bonanome, S. M. Coval, A. E. Binkoski, K. F. Hilpert, A. E. Griel ve T. D. Etherton (2002). "Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer." The American journal of medicine **113**(9): 71-88.

Li, J. H., X. Qian Lao, H. L. Tillmann, J. Rowell, K. Patel, A. Thompson, S. Suchindran, A. J. Muir, J. R. Guyton ve S. D. Gardner (2010). "Interferon-lambda genotype and low serum low-density lipoprotein cholesterol levels in patients with chronic hepatitis C infection." Hepatology **51**(6): 1904-1911.

Lin, G., C.-T. Shieh, Y.-C. Tsai, C.-I. Hwang, C.-P. Lu ve G.-H. Chen (1999). "Structure-reactivity probes for active site shapes of cholesterol esterase by carbamate inhibitors." Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Protein Structure and Molecular Enzymology **1431**(2): 500-511.

Lloyd-Jones, D. M., P. B. Morris, C. M. Ballantyne, K. K. Birtcher, D. D. Daly, S. M. Depalma, M. B. Minissian, C. E. Orringer ve S. C. Smith (2016). "2016 ACC Expert Consensus Decision Pathway on the Role of Non-Statin Therapies for LDL-Cholesterol Lowering in the Management of Atherosclerotic Cardiovascular Disease Risk A Report of the American College of Cardiology Task Force on Clinical Expert Consensus Documents." Journal of the American College of Cardiology **68**(1): 92-125.

Maxfield, F. R. ve I. Tabas (2005). "Role of cholesterol and lipid organization in disease." Nature **438**(7068): 612-621.

nee'Nigam, P. S. (2009). Production of bioactive secondary metabolites. Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation, Springer**:** 129-145.

Peng, G., Y. Du, Y. Wei, J. Tang, A.-Y. Peng ve L. Rao (2011). "A new synthesis of fully phosphorylated flavones as potent pancreatic cholesterol esterase inhibitors." Organic & biomolecular chemistry **9**(7): 2530-2534.

Pietsch, M. ve M. Gütschow (2002). "Alternate substrate inhibition of cholesterol esterase by thieno [2, 3-d][1, 3] oxazin-4-ones." Journal of Biological Chemistry.

Rice-Evans, C. (2001). "Flavonoid antioxidants." Current medicinal chemistry **8**(7): 797-807.

Singh, H., J. V. Singh, M. K. Gupta, P. Singh, S. Sharma, K. Nepali ve P. M. S. Bedi (2017). "Benzoflavones as cholesterol esterase inhibitors: Synthesis, biological evaluation and docking studies." Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters **27**(4): 850-854.

Singh, J. V., A. Kaur, K. Bhagat, M. K. Gupta, M. Singh, H. Singh ve P. M. S. Bedi (2018). "5,6-Benzoflavones as cholesterol esterase inhibitors: Synthesis, biological evaluation and docking studies." MedChemComm **9**(3): 490-502.

Stone, N. J., J. G. Robinson, A. H. Lichtenstein, C. N. Bairey Merz, C. B. Blum, R. H. Eckel, A. C. Goldberg, D. Gordon, D. Levy, D. M. Lloyd-Jones, P. McBride, J. S. Schwartz, S. T. Shero, S. C. Smith Jr, K. Watson ve P. W. F. Wilson (2014). "2013 ACC/AHA guideline on the treatment of blood cholesterol to reduce atherosclerotic cardiovascular risk in adults: A report of the American college of cardiology/American heart association task force on practice guidelines." Journal of the American College of Cardiology **63**(25 PART B): 2889-2934.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

KANSER TEDAVİSİNDE HEDEF ENZİM OLARAK PKM2

Şevki Adem[1]

[1]*Çankır Karatekin Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, sevkiadem@gmail.com*

Öz: Hücrelerdeki metabolik düzen ihtiyaca göre farklılıklar gösterebilmektedir. Tümör ve cenin gibi, gelişimi diğer hücrelerden çok daha hızlı olan hücrelerin enerji ve anabolik prosesler için ara bileşiklere ihtiyacı fazla olmaktadır. Kanser hücreleri artan enerji ve ara metabolit ihtiyacını karşılamak için glikoz tüketimini artırmakta ve buna bağlı olarak glikoliz reaksiyonları artmaktadır. Metabolik durum değişince bazı enzimlerin izoformlarında da değişimler olmaktadır. Glikolizin arttığı kanserli hücrelerde hekzokinaz ve piruvat kinaz gibi kontrol noktası enzimlerinin de farklı izoformlarının ekspresyonu ve aktivitesi değişmektedir. Bu farklılık, aynı zamanda ilgili hastalığın tedavisi için spesifik bir hedef olmaktadır. PKM2, kanserli hücrelerde piruvat kinazın izoformu olarak eksprese olmaktadır. Teşhis ve tanıda belirleyici enzim olabileceği, kanser tedavisinde de hedef enzim olarak kullanılabileceği literatürde rapor edilmiştir. Bu enzim, glikoliz reaksiyonlarının ATP üretmek ve ya biyosentetik moleküllerin üretimine yönlendirilmesinde temel belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu nedenle; PKM2 inhibitör ya da aktivatörleri kemoterapötik ajan ya da hücrede oluşan kemoterapötik direnci yenmek için kombine kemoterapötik ajan olarak kullanılabilir. Bu yüzden bu enzimin inhibitör/aktivatörlerinin belirlenmesi ilaç kimyası açısından çok önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Kanser, PKM2

GİRİŞ

Kanser milyonlarca insanın hayatını tehdit eden ve gün be gün hızla artan metabolik bir hastalıktır. Bu hastalığın tedavisi için sayısız araştırmalar yapılmaktadır. Bu araştırmalarda, hastalıkla mücadele için yeni ve özel stratejiler belirlenmeye çalışılmaktadır. Kanser hücrelerinin diğer hücrelerden farklı olan metabolik işleyişinin kanser tedavisinde hedef olarak seçilebileceği literatürde belirtilmiştir(Ganapathy-Kanniappan & Geschwind, 2013). Kanser hücrelerinin "Warburg effect" olarak bilinen diğer dokulardan farklı olarak aşırı glikoz tüketimi yaklaşık olarak doksan yıldır bilinmekte ve bu farklılık teşhis amaçlı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Fakat bu metabolik yolun inhibisyonu, diğer dokular üzerinde toksik etkiye neden olacağı düşünüldüğü için tedavi amaçlı hedef olarak seçilememiştir. Bununla beraber, son on yılda yapılan birçok yayında moleküler biyolojide yapılan çalışmalarında etkisiyle diğer dokulardan farklı olarak enzim ekspresyonunda önemli farklılıkları olduğu

ifade edilmiştir. Bu farklılık, kanser hücreleri için tedavide spesifik bir hedef olabileceği literatürde ifade edilmiştir(Locasale & Cantley, 2010). Bu enzimleri inhibe ederek uygulanacak kanser tedavileri, diğer dokular üzerindeki toksik ve olumsuz etkileri en aza indirgeyecektir. Bu farklı enzimlerin kanser tedavisinde hedef seçilebileceği literatürde belirtilmiş ve bu enzimlerin inhibitörleri kullanılarak klinik çalışmalar başlatılmıştır (Gatenby & Gillies, 2004, 2007)

Kanserli hücreler normal dokulara kıyasla yaklaşık olarak 10-15 kat daha fazla glikoz tüketmektedir. Alınan glikoz, hücrenin enerji kaynağı olarak kullanılmakla beraber aynı zamanda glikoliz metabolizmasının ara metabolitleri yoluyla biyomolekülllerin sentezi içi karbon kaynağı olarak da kullanılmaktadır. Kanserli hücrelerde olan bu farklılık, hücre içi ve dışı metabolit miktarında diğer dokular oranla bazı maddelerin aşırı bulunmasına neden olmaktadır(Pelicano, Martin, Xu, & Huang, 2006). Bu maddeler kanser teşhisinde kullanılmaktadır. Ayrıca bu metabolitler hücrede bazı biyokimyasal prosesleri etkilemektedir. Aşırı laktik asit üretimi kanserli hücrelerin etrafında hipoksi etki oluşturmaktadır. Oluşan laktat ve prüvat gibi ara metabolitler yoluyla kanser tedavisi sürecinde ilaçlara karşı hücrede direnç oluşmaktadır(Xu et al., 2005).

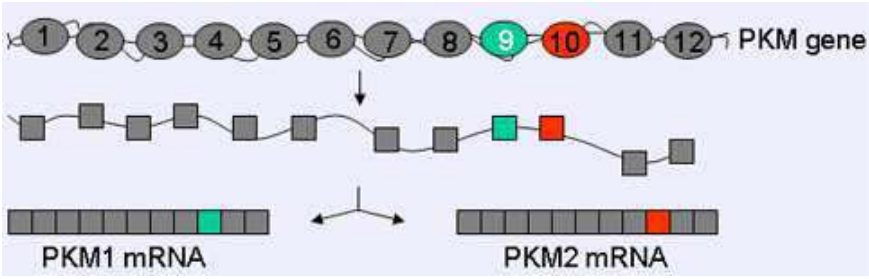
Glikoliz Yolunun inhibisyonu

Glikoliz yolunun inhibisyonu; glikoliz yolunun hızını yavaşlatarak hücre içi ATP seviyesini azaltacağı; glikoz tüketim miktarı azalacağından hücrede otofajiyi tetikleyeceği; pentoz fosfat yolunu etkileyerek hücre içi NADPH ve riboz 5-fosfat miktarını azaltacağı, bununla da hücrenin oksidadif strese karşı mücadelesini zayıflatacağı, DNA ve RNA sentez hızının düşeceği; glikoliz hızını azaltması nedeniyle hücrenin biyokimyasal dengesini bozacağı; piruvat ve laktat gibi kemoterapik ajanlara karşı hücrenin direnç oluşturmasını sağlayan maddelerin miktarını azalmasına neden olacağı; laktat oluşumun azalması ile hücrenin etrafında oluşan asidik ortamın değişeceği belirtilmiştir. Bu nedenlerden dolayı, spesifik glikolitik enzimlerin inhibitörlerinin potansiyel antikanser ajan olarak ya da kemoterapik direnci yenmek için kombine kemoterapik ajan olarak kullanılabileceği literatürde vurgulanmıştır (Gatenby & Gillies, 2007; Pelicano et al., 2006; Shaw, 2006)

PİRUVAT KİNAZ

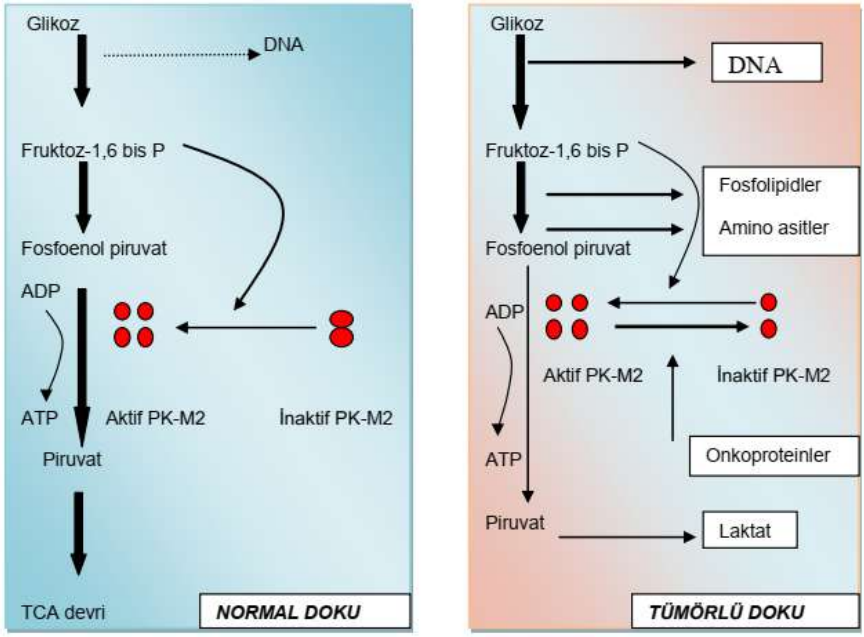
Pruvat kinaz enzimi dokulara has dört farklı izoenzimi mevcuttur. R ve L izoenzimleri eritrosit ve karaciğere has iken M izomeri kaslarda

bulunmaktadır. M1 ve M2 aynı PKM geni tarafından kodlanan fakat farklı splicing mekanizması sonucu sentezlenen iki izomerdir (Şekil 1).



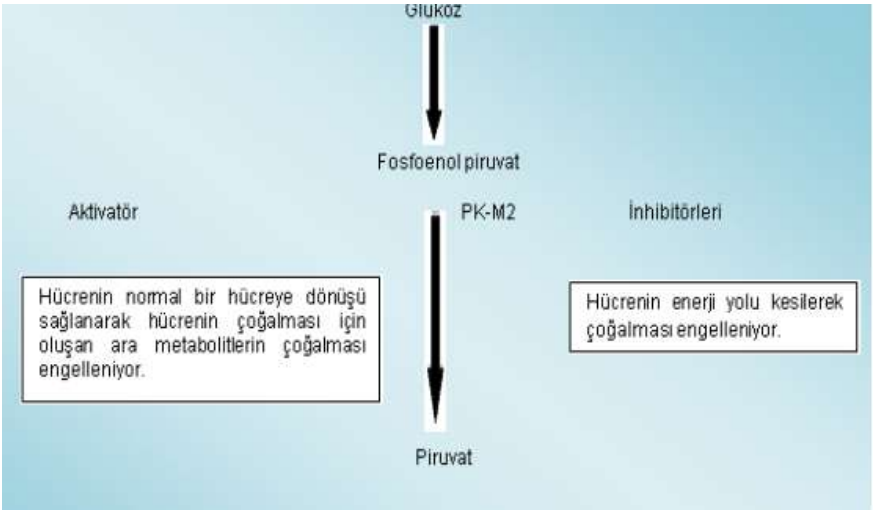
Şekil 1. PKM geninin ekson / intron yapısı ve alternatif splicing ile elde edilen PKM1 ve PKM2 mRNA'ları(Sybille Mazurek, Hugo, & Zwerschke, 2009).

Kanserli dokularda ve yeni teşekkül eden ceninlerde ise M2 izomeri baskın olarak bulunmaktadır. Birçok kanser türü için hem teşhis de hem de tedavi sürecini takipte dokuya spesifik olmayan marker olarak kullanılmaktadır (Harris, McCracken, & Mak, 2012; S. Mazurek, 2011; S. Mazurek, Hugo, & Zwerschke, 2011). Bu enzim için kanserli hücrelerde glikoliz yolunu anahtar enzimi denilmektedir. Hücre içine alınan glukoz enerji ihtiyacı için mi yoksa hücre için gerekli diğer metabolitlere mi dönüşeceği bu enzim aktivitesi ile belirlenmektedir. Bu enzim diğer izoenzimlerden farklı olarak dimerik formda neredeyse inaktif iken tetramerik formda ise yüksek aktiviteye sahiptir. Aktif forma dönüşümünü furuktoz 1,6-bis fosfat aktive ederken, onkoproteinler tarafından inaktif halde tutulmaktadır. Hücre içinde furuktoz 1,6-bis fosfat seviyesi arttığında dimerik formdan yüksek aktiviteye sahip tetramerik forma dönüşerek glukozun piruvata dönüşümünü tamamlar. Hücre içi F1,6-P düştüğünde dimerik forma dönüş sağlanır ve glikoliz enerji için değil biyosentez arabileşikler için çalışır (Cortes-Cros et al., 2013)



Şekil 2. Kanserli doku ve tümörlü dokularda glikozun kullanımı

İlginç bir şekilde, literatürde bu enzimin hem inhibitörlerinin hem de aktivatörlerinin, kemoterepik amaçlı kullanılabileceği belirtilmiştir. Bu enzimim aktivatörleri kanser hücrelerinin normal hücreler gibi metabolik bir yapıya kavuşmasını sağlayarak hücrelerin çoğalma hızların düşüreceği belirtilmiştir. İnhibitörlerinin ise kanserli dokudaki glikolizi durdurarak hücrede enerji eksikliği oluşturarak hücre çoğalmasını durduracağı ifade edilmiştir. Çünkü hücrelerin temel enerji kaynağı glikolizdir. Bu enzimin inhibitörleri kullanılarak Faz II seviyesinde klinik çalışmalar yapılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Bu çalışmalardan sonra bu enzim için spesifik inhibitor belirlenmesi için bir çok çalışma yapılmıştır. Bu amaçla bir anti kanser ilacı olarak kullanılmak üzere bu enzimin hem aktivatörleri hem de inhibitörleri için yapılmış çalışmalar vardır. Her iki tür çalışmalar için de literatürde olumlu sonuçlar rapor edilmiştir (Boxer et al., 2009) vd., 2009; (J. Chen et al., 2011).

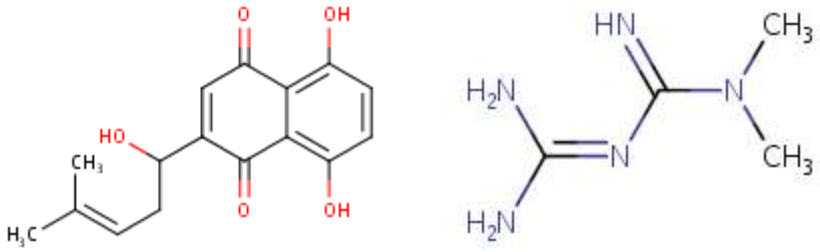


Şekil 3. PK-M2'nin inhibitor/aktivatörlerinin metabolik etkisi

Kanserli dokuların laktat ve prüvat gibi metabolitler aracılığıyla kanser tedavisinde kullanılan ilaçlara karşı direnç sağladığı ifade edilmiştir. Ayrıca laktatın hücre dışına taşınımı ila hücrede hipokis etki oluşturmakta ve bu hücre içi birçok metabolik prosesi etkilemektedir. Mesala bu etkiden dolayı, oksidadif fosforilasyon enzimlerinin transkripsiyonu baskılanmakta, hücrede oksijen kıtlığı oluşmaktadır. Bu nedenlerle de bu enzimin inhibisyonu kanser tedavisi önem arz etmektedir.

PKM2 BAZI İNHİBİTÖRLERİ

Shikonin: *Lithospermum erythrorhizon* extrakte edilmiş ve çeşitli biyoaktiviteye sahip bir bileşiktir. Birçok kanser hücresinde anitömür etki göstermiştir. Shokinon kanser hücrelerinde glikoliz hızını düşürdüğü gibi Taxolün terapötik etkisinide artırdığı rapor edilmiştir(Su et al.).



Şekil 4. Shikonin ve Metformin kimyasal yapıları

Metformin: Tip II diyabet tedavisinde kullanılan bir ilaç olup antikanser etkiside tesbit edilmiştir(Ruiter et al., 2012). Ayrıca PKM2 inhibisyonu yoluylada etki gösterdiği tespit edilmiştir (Shang et al., 2017).

Vitamin K (VK)3 ve 5: Çeşitli *in vitro* ve *in vivo* çalışmalar bu vitaminlerin anti kanser etkisini rapor etmiştir. PKM2 enzimin hem ekspresyonunu hem de aktivasyonunu baskıladığı belirtilmiştir(Jing Chen, Jiang, Wang, Wang, & Hu, 2012).

Bazı fenolik bileşiklerin enzim aktivitesi üzerinde önemli inhibisyon etkisi gösterdiğini çeşitli çalışmalarda rapor ettik(Adem et al., 2016; Aslan & Adem, 2015; Aslan, Guler, & Adem, 2016). Flolanmış şalkonlarında enzim aktivitesi üzerinde inhibisyon etkisi tespit edilmiştir.

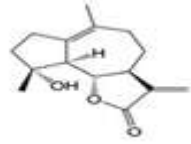
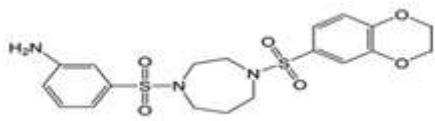
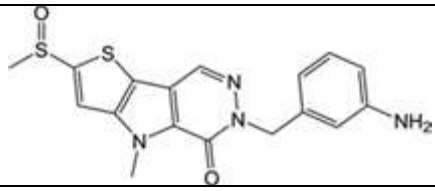
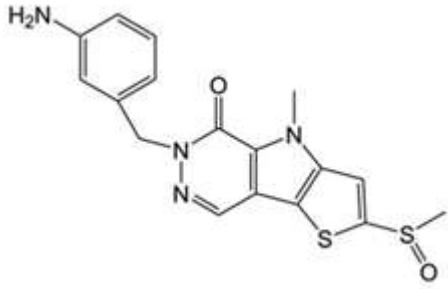
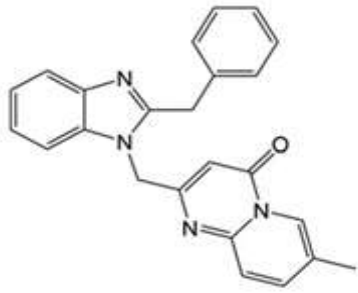
PKM2 BAZI AKTİVATÖRLERİ

Çeşitli sülfonamid, fenolik, karboksamid, şalkon ve piridopirimidinon türevlerinin PKM2 enzim aktivitesi üzerinde aktivasyon etkisi belirlenmiştir(Adem, Comakli, & Uzun, 2018; AKTAR et al., 2018).

SONUÇ

PKM2 kanser hücresinde glikozun kullanımında anahtar bir role sahiptir. Enzimin aktivatörleri gibi inhibitörleri de terapötik amaçla kullanılabilir. Ayrıca birden fazla modülatör bölgeye sahip olduğu için çok farklı moleküller tarafından aktivitesi değiştirilebilmektedir. Yeni ve spesifik aktivatör veya inhibitörlerinin tespit edilmesi kanser tedavisi için önemlidir.

Tablo 1. Bazı önemli PKM2 aktivatörleri ve kimyasal yapıları(Su et al.)

Bileşiğin adı	Kimyasal yapısı
Micheliolide	
Diarylsulfonamides	
Thieno[3,2-b]pyrrole[3,2-d]pyridazinones	
TEPP-46	
2-((1H-benzo[d]imidazol-1-yl)methyl)- (30) 4H-pyrido[1,2-a]pyrimidin-4-ones	

KAYNAKLAR

Adem, S., Aslan, A., Ahmed, I., Krohn, K., Guler, C., Comakli, V., . . . Kuzu, M. (2016). Inhibitory and Activating Effects of Some Flavonoid Derivatives on Human Pyruvate Kinase Isoenzyme M2. *Archiv der Pharmazie, 349*(2), 132-136. doi:10.1002/ardp.201500357

Adem, S., Comakli, V., & Uzun, N. (2018). Pyruvate kinase activators as a therapy target: a patent review 2011-2017. *Expert Opinion on Therapeutic Patents, 28*(1), 61-68. doi:10.1080/13543776.2018.1391218

AKTAR, B. S. K., ORUÇ-EMRE, E. E., DEMİRTAŞ, İ., YAĞLIOĞLU, A. Ş., İYİDOĞAN, A. K., GÜLER, Ç., & ADEM, Ş. (2018). Synthesis and biological evaluation of novel chalcones bearing morpholine moiety as antiproliferative agents. *TURKISH JOURNAL OF CHEMISTRY, 42*(2), 482-492.

Aslan, E., & Adem, S. (2015). In Vitro Effects of Some Flavones on Human Pyruvate Kinase Isoenzyme M2. *Journal of biochemical and molecular toxicology, 29*(3), 109-113. doi:10.1002/jbt.21673

Aslan, E., Guler, C., & Adem, S. (2016). In vitro effects of some flavonoids and phenolic acids on human pyruvate kinase isoenzyme M2. *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry, 31*(2), 314-317. doi:10.3109/14756366.2015.1022173

Boxer, M. B., Jiang, J.-k., Vander Heiden, M. G., Shen, M., Skoumbourdis, A. P., Southall, N., . . . Park, H. W. (2009). Evaluation of substituted N, N′-diarylsulfonamides as activators of the tumor cell specific M2 isoform of pyruvate kinase. *Journal of medicinal chemistry, 53*(3), 1048-1055.

Chen, J., Jiang, Z., Wang, B., Wang, Y., & Hu, X. (2012). Vitamin K3 and K5 are inhibitors of tumor pyruvate kinase M2. *Cancer Letters, 316*(2), 204-210.

Chen, J., Xie, J., Jiang, Z., Wang, B., Wang, Y., & Hu, X. (2011). Shikonin and its analogs inhibit cancer cell glycolysis by targeting tumor pyruvate kinase-M2. *Oncogene, 30*(42), 4297-4306.

Cortes-Cros, M., Hemmerlin, C., Ferretti, S., Zhang, J., Gounarides, J. S., Yin, H., . . . Hofmann, F. (2013). M2 isoform of pyruvate kinase is dispensable for tumor maintenance and growth. *Proc Natl Acad Sci U S A, 110*(2), 489-494. doi:10.1073/pnas.1212780110

Ganapathy-Kanniappan, S., & Geschwind, J. F. H. (2013). Tumor glycolysis as a target for cancer therapy: Progress and prospects. *Mol Cancer, 12*(1).

Gatenby, R. A., & Gillies, R. J. (2004). Why do cancers have high aerobic glycolysis? *Nat Rev Cancer, 4*(11), 891-899. doi:10.1038/nrc1478

Gatenby, R. A., & Gillies, R. J. (2007). Glycolysis in cancer: a potential target for therapy. *Int J Biochem Cell Biol, 39*(7-8), 1358-1366. doi:10.1016/j.biocel.2007.03.021

Harris, I., McCracken, S., & Mak, T. W. (2012). PKM2: a gatekeeper between growth and survival. *Cell Res, 22*(3), 447-449. doi:10.1038/cr.2011.203

Locasale, J. W., & Cantley, L. C. (2010). Altered metabolism in cancer. *BMC Biology, 8*.

Mazurek, S. (2011). Pyruvate kinase type M2: a key regulator of the metabolic budget system in tumor cells. *Int J Biochem Cell Biol, 43*(7), 969-980. doi:10.1016/j.biocel.2010.02.005

Mazurek, S., Hugo, F., & Zwerschke, W. (2009). PKM2 (pyruvate kinase isoenzyme type M2). *Atlas of Genetics and Cytogenetics in Oncology and Haematology*.

Mazurek, S., Hugo, F., & Zwerschke, W. (2011). PKM2 (pyruvate kinase isoenzyme type M2). *Atlas of Genetics and Cytogenetics in Oncology and Haematology*(4). doi:10.4267/2042/44450

Pelicano, H., Martin, D., Xu, R., and, & Huang, P. (2006). Glycolysis inhibition for anticancer treatment. *Oncogene, 25*(34), 4633-4646.

Ruiter, R., Visser, L. E., van Herk-Sukel, M. P., Coebergh, J.-W. W., Haak, H. R., Geelhoed-Duijvestijn, P. H., . . . Stricker, B. H. C. (2012). Lower risk of cancer in patients on metformin in comparison with those on sulfonylurea derivatives: results from a large population-based follow-up study. *Diabetes care, 35*(1), 119-124.

Shang, D., Wu, J., Guo, L., Xu, Y., Liu, L., & Lu, J. (2017). Metformin increases sensitivity of osteosarcoma stem cells to cisplatin by inhibiting expression of PKM2. *International journal of oncology, 50*(5), 1848-1856.

Shaw, R. J. (2006). Glucose metabolism and cancer. *Current Opinion in Cell Biology, 18*(6), 598-608.

Su, Q., Luo, S., Tan, Q., Deng, J., Zhou, S., Peng, M., . . . Yang, X. The role of pyruvate kinase M2 in anticancer therapeutic treatments. *Oncology Letters*.

Xu, R. H., Pelicano, H., Zhou, Y., Carew, J. S., Feng, L., Bhalla, K. N., . . . Huang, P. (2005). Inhibition of glycolysis in cancer cells: A novel strategy to overcome drug resistance associated with mitochondrial respiratory defect and hypoxia. *Cancer Res, 65*(2), 613-621.

ISMS
International Symposium
on Academic Studies in Science,
Engineering and Architecture Studies

MATHEMATICS
MATEMATİK

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

SOME CURVATURE RELATIONS OF KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS

Nesrin Çalışkan[1] & Mehmet Dayan[2]

[1]*Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Education, Usak University, 64200, Usak-Turkey, nesrin.caliskan@usak.edu.tr*

[2]*Graduate School of Social Sciences, Usak University, 64200, Usak-Turkey, mehmt.dyn@gmail.com*

Abstract: In this paper, we study some special curvature conditions including Weyl projective, $\mathcal{M}$ −projective and concircular curvature tensors of Kenmotsu Finsler manifolds. Firstly, we give a brief introduction of Kenmotsu Finsler manifolds using the bundle approach. In this manner, we construct the Kenmotsu Finsler structures on the strict tangent bundle of the base space of the Finsler manifolds. Then, we analyse quasi−$\mathcal{M}$ −projectively flat Kenmotsu Finsler manifolds and additionally Kenmotsu Finsler manifolds satisfying the conditions $W(X^H,Y^H).\mathcal{M}=0$ and $C(X^H,Y^H).\mathcal{M}=0$ where $\mathcal{M},W,C$ are $\mathcal{M}$ −projective, Weyl-Projective and concircular curvature tensors. Also, it is showed that if a Kenmotsu Finsler manifold is quasi−$\mathcal{M}$ −projectively, then it is an η −Einstein manifold. Besides, we give the relation between the Kenmotsu Finsler manifold satisfying the condition $W(X^H,Y^H).\mathcal{M}=0$ and its Ricci curvature. At last, we prove that, Kenmotsu Finsler manifold satisfying the $C(X^H,Y^H).\mathcal{M}=0$ has a constant curvature.

Keywords: Kenmotsu Finsler manifold, Weyl projective curvature tensor, $\mathcal{M}$ −projective curvature tensor, concircular curvature tensor**,** quasi−$\mathcal{M}$ −projectively flat.

1. INTRODUCTION

In 1969, Tanno divided the almost contact metric manifolds into three classes (Tanno, 1969). Then, in 1972, Kenmotsu examined the third case in this classification of Tanno in terms of its geometric properties and identified a new class of almost contact metric manifolds (Kenmotsu, 1972). Besides, Weyl projevtive curvature tensor is described for a Riemannian manifold in order to measure derivation from projectively flatness in 1953 (Yano and Bochner, 1953). Followingly, Pokhariyal and Misra defined $\mathcal{M}$ −projective curvature tensor with its basic physical and geometric properties in 1970 (Pokhariyal and Mishra, 1970). Then, Weyl projevtive and $\mathcal{M}$ −projective curvature properties of Kenmotsu manifolds were discussed in details (Chaubey, Prakash and Nivas, 2012; Saroja Devi and Singh, 2015). In addition, various properties of Weyl projective and $\mathcal{M}$ −projective curvature tensors were investigated for several structures (Singh and Pandey, 2013; Prakasha and Mirji, 2017).

In 1940, Yano defined the consept of concircular curvature tensor (Yano, 1940). Also, differentstructuralproperties of concircular curvature tensor were studied in Kenmotsu manifolds (Barman, 2015; Hong, Özgür and Tripathi, 2006). In addition to this, concircular curvature properties of structures like P-Sasakian and LP-Sasakian manifolds were discussed (Özgür and Tripathi, 2007; Taleshian, Asghari and On, 2010; Tripathi and Kim, 2004).

On the other hand, Finsler space and Finsler manifold consepts emerged after Finsler's doctoral thesis in 1918 (Finsler, 1918). When a Finsler length function is defined differently, it is the generalization of the Riemannian space and the locally handling of Minkowski geometry. Miron (1982), studied the Finsler geometry of vector bundles that Finsler created as a theory of geometric objects on the total space of the vector bundle as a sophisticated method. Also, Klepp investigated the almost product Finsler structures and connections on the vector bundle by using these concepts in Miron's theory (Klepp, 1984). Similarly, Sinha and Yadav defined almost contact Finsler structures and almost contact Finsler connections on vector bundles (Sinha and Yadav, 1988, 1989, 1991). Then, Yaliniz and Caliskan discussed almost contact and Sasakian structures on Finsler vector bundles are in details (Yaliniz ve Caliskan, 2013).

In this study, we give a brief introduction of Kenmotsu Finsler manifolds and study some special curvature conditions including Weyl projective, $\mathcal{M}$ −projective and concircular curvature tensors of Kenmotsu Finsler manifolds.

2. PRELIMINARIES

Let $\pi : TM \to M$ be the bundle map where M and TM are a (2n+1)-dimensional smooth manifold and its tangent bundle. So, a vector U ∈ $T_{(x,y)}$TM of TM at $(x;y)$ is called vertical if $\pi_*(U) = 0$. Besides, the vertical subspace of $T_{(x,y)}TM$ is denoted by $T^V_{(x,y)}(TM)$ and represents the set of all vertical vectors of $T_{(x,y)}(TM)$ and also coincides with the tangent space of the fibre $\pi^{-1}(x)$ over x ∈ M. A non-linear connection N defined on M distributes $(x,y) \in TM$ to $N_{(x,y)} \subset T_{(x,y)}(TM)$ and satisfies $T_{(x,y)}(TM) = N_{(x,y)} \oplus T^V{}_{(x,y)}(TM)$ where $N_{(x,y)}$ and $T^V{}_{(x,y)}(TM)$ are called horizontal and vertical distributions. For a non-linear connection N at a fixed point $(x,y) \in TM, d\pi : N_{(x,y)} \to T_xM$ is a linear isomorphism and its inverse $I_h{}^V : T_X(M) \to N_{(x,y)}$ is called the horizontal lift. Therefore, we get a linear isomorphism $I_y : N_{(x,y)} \to T^V_{(x;y)}(TM)$ defined

by $I_y = I_{v^V} d\pi$ where $I_{v^V} : T_X(M) \to T^V_{(x,y)}(TM)$, then $\pi(x,y)$is called the vertical lift (Sinha and Yadav, 1991).

Let $M^0 \neq \emptyset$ be an open submanifold of TM with the bundle projection $\pi(M^0) = M$ and $\theta(M) \cap M^0 = \emptyset$. Assume $M^0_x = T_X(M) \cap M^0$ is a positive conic set, meaningly for any $k > 0$ and $y \in M^0_x$ we get $k_y \in M^0_x$. Clearly, $M^0 = TM \setminus \theta(M)$ is used for the notation of a Finsler manifold where θ is the zero section of TM (Bejancu and Farran, 2013). If, for a smooth function $F : M^0 \to (0,\infty)$ in any coordinate system $\{(U,\varphi) : x^i, y^i\}$ in M^0, below relations hold:

(i) $F(x^1,\dots,x^{2n+1};\lambda y^1,\dots,\lambda y^{2n+1}) = \lambda F(x^1,\dots,x^{2n+1};y^1,\dots,y^{2n+1})$ where $(x;y) \in \varphi(U)$ and $\lambda > 0$.

(ii) $g_{ij} = \frac{1}{2}\frac{\partial^2 F^2}{\partial y^i \partial y^j}, i,j \in \{1,2,\dots,2n+1\}$ at any point $(x;y) \in \varphi(U)$, are the components of a positive definite quadratic form on R^{2n+1};

then, the structure $F^{2n+1} = (M, M^0, F)$ is called a Finsler manifold where F is the fundamental function of F^{2n+1}. Besides, the differential map $\pi_* : TM^0 \to TM$ of the submersion $\pi : M^0 \to M$ is used to describe the vertical vector bundle $(TM^0)^V = ker\pi_*$. As locally $\pi^i(x,y) = x^i$, we obtain $\pi^i_*(\frac{\partial}{\partial x^j}) = \delta^i_j$ and $\pi^i_*(\frac{\partial}{\partial y^j}) = 0$, on a coordinate neighbourhood $U \subset M^0$. Hence $\left\{\frac{\partial}{\partial y^i}\right\}$ is a basis of $\tau(TM^0|u)^V$which implies that $(TM^0)^V$ is an integrable distribution of rank$2n+1$on M^0. We call $(TM^0)^V$ the vertical vector bundle of F^{2n+1}. A complementary distribution $(TM^0)^H$ to $(TM^0)^V$ in TM^0 is called a non-linear connection or a horizontal distribution on M^0. Then TM^0 can be decomposed $TM^0 = (TM^0)^H \oplus (TM^0)^V$where $\pi_*(TM^0)^H = (M^0)^h, \pi_*(TM^0)^V = (M^0)^V$. Hence, the basis $\left\{\frac{\delta}{\delta x^1}, \dots, \frac{\delta}{\delta x^{2n+1}}\right\}$ in $\tau(TM^0|(x,y))^H$ is defined by $\frac{\delta}{\delta x^i} = \frac{\partial}{\partial x^i} - N^j_i \frac{\partial}{\partial y^j}$. Then, their dual basis are $(dx^i, \delta y^j)$ where $\delta y^j = dy^j + N^j_i(x,y)dx^i$. So, the whole vector field is decribed by $X = X^i(x,y)\frac{\delta}{\delta x^i} + X^i(x,y)\frac{\partial}{\partial y^j}$ for all $X \in TM^0$. It is clear that, for $\tilde{X}^i(x,y) = 0$, we get the subbundle of $(M^0)^h \subset M^0$ and for $X^i(x,y) = 0$, we obtain the subbundle of $(M^0)^v \subset M^0$. Meaningly, $X^H = X^i(x,y)\frac{\delta}{\delta x^i}, X^V = X^i(x,y)\frac{\partial}{\partial y^i}, \tilde{X}^i = X^i + N^i_j X^j$.

Besides, the whole 1-form η is determined by; $\eta = \tilde{\eta}_i(x,y)dx^i + \eta_i(x,y)\,\delta y^i$ where $\eta^H = \tilde{\eta}_i dx^i, \eta^V = \eta_i \delta y^i, \tilde{\eta}_i = \eta_i - N^i_j \eta_j$ which gives $\eta^H(X^H) = 0,\ \eta^V(X^H) = 0$.

Hence, we deduce Kenmotsu Finsler structures on subbundles $(M^0)^h$and $(M^0)^v$. So, $((M^0)^h, \phi^H, \xi^H, \eta^H)$ and $((M^0)^v, \phi^V, \xi^V, \eta^V)$ are called (2n+1)-dimensional Kenmotsu Finsler manifolds with below relations:

$$\varphi^2 = -I + \eta^H \otimes \xi^H + \eta^V \otimes \xi^V, \tag{2.1}$$

$$\eta^H(\xi^H) = 1 = \eta^V(\xi^V), \varphi^H(\xi^H) = 0 = \varphi^V(\xi^V), \tag{2.2}$$

$$\begin{aligned} \eta^H \circ \varphi^H &= 0 = \eta^V \circ \varphi^V, \\ G(X^H, \xi^H) &= \eta^H(X^H), \\ G(X^V, \xi^V) &= \eta^V(X^V), \end{aligned} \tag{2.3}$$

$$\begin{aligned} G(X^H, Y^H) &= G(\varphi^H X^H, \varphi^H Y^H) + \eta^H(X^H)\eta^H(Y^H), \\ G(X^V, Y^V) &= G(\varphi^V X^V, \varphi^V Y^V) + \eta^V(X^V)\eta^V(Y^V), \end{aligned} \tag{2.4}$$

$$R(X^H, Y^H)Z^H = \frac{1}{4}[G(X^H, Z^H)Y^H - G(Y^H, Z^H)X^H], \tag{2.5}$$

$$\begin{aligned} R(\xi^H, Y^H)Z^H &= \frac{1}{4}[\eta^H(Z^H)Y^H - G(Y^H, Z^H)\xi^H], \\ R(\xi^V, Y^V)Z^V &= \frac{1}{4}[\eta^V(Z^V)Y^V - G(Y^V, Z^V)\xi^V], \end{aligned} \tag{2.6}$$

$$S(X^H, \xi^H) = -\frac{n}{2}\eta^H(X^H),\ S(X^V, \xi^V) = -\frac{n}{2}\eta^V(X^V), \tag{2.7}$$

where we consider a tensor field φ, a 1-form η, a vector field ξ, a symmetric tensor field G, a Finsler connection∇ on M^0 with the following decompositions:

$$\begin{aligned} \varphi = \varphi^H + \varphi^V &= \varphi^i_j(x,y)\frac{\delta}{\delta x^i} \otimes dx^j + \tilde{\varphi}^i_j(x,y)\frac{\partial}{\partial y^j} \otimes \delta y^j, \\ \eta = \eta^H + \eta^V &= \eta_i(x,y)dx^i + \tilde{\eta}_i(x,y)\delta y^i, \\ \xi = \xi^H + \xi^V &= \xi^i(x,y)\frac{\delta}{\delta x^i} + \tilde{\xi}^i(x,y)\frac{\partial}{\partial y^i}, \end{aligned}$$

$$G = G^H + G^V = g^F_{(ij)} dx^i \otimes dx^j + g^F_{(ij)} \delta y^i \otimes \delta y^j,$$

$$\nabla_X Y = \left(\nabla^H_{X^H} Y\right) + \left(\nabla^V_{X^V} Y\right), \forall X \in T_{(x,y)} M^0,$$

$$\nabla_X \eta = \left(\nabla^H_{X^H} \eta^H\right) + \left(\nabla^V_{X^V} \eta^V\right), \forall \eta \in T^*_{(x,y)} M^0,$$

In the aforementioned relations, S is the Ricci curvature tensor satisfying

$$S(X,Y) = G(QX,Y) \tag{2.8}$$

with the notation Q of the Ricci operator.

Definition 2.1. *The Weyl projective curvature tensor of a* $(2n+1)$*-dimensional Kenmotsu Finsler manifold* $(M^0)^h$ *is described as follows:*

$$W(X^H,Y^H)Z^H = R(X^H,Y^H)Z^H - \frac{1}{2n}[X^H S(Y^H,Z^H) - Y^H S(X^H,Z^H)] \tag{2.9}$$

for $X^H, Y^H, Z^H \in T_{(x,y)} M^0$.

Definition 2.2. *The* $\mathcal{M}$*-projective curvature tensor of a* $(2n+1)$*-dimensional Kenmotsu Finsler manifold* $(M^0)^h$ *is defined by the following equation:*

$$\mathcal{M}(X^H,Y^H)Z^H = R(X^H,Y^H)Z^H - \frac{1}{4n}[X^H S(Y^H,Z^H) - Y^H S(X^H,Z^H) + G(Y^H,Z^H)QX^H - G(X^H,Z^H)QY^H] \tag{2.10}$$

for $X^H, Y^H, Z^H \in T_{(x,y)} M^0$.

Definition 2.3. *The concircular curvature tensor of a* $(2n+1)$*-dimensional Kenmotsu Finsler manifold* $(M^0)^h$ *is described as follows:*

$$C(X^H,Y^H)Z^H = R(X^H,Y^H)Z^H - \frac{r}{(2n+1)(2n)}[G(Y^H,Z^H)X^H - G(X^H,Z^H)Y^H] \tag{2.11}$$

for $X^H, Y^H, Z^H \in T_{(x,y)} M^0$.

3. KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS SATISFYING $W(X^H,Y^H).\mathcal{M} = 0$

Theorem 3.1. *For a* $(2n+1)$*-dimensional Kenmotsu Finsler manifold*$(M^0)^h$*, if the relation* $W(X^H,Y^H).\mathcal{M} = 0$ *is satisfied, then the following equation is obtained*

$$S(QU^H,Y^H) = -nS(U^H,Y^H) - \frac{n^2}{4}G(U^H,Y^H). \quad (3.1)$$

Proof.

The equation $W(X^H,Y^H).\mathcal{M} = 0$ takes the below form

$$W(X^H,Y^H)\mathcal{M}(Z^H,U^H)V^H - \mathcal{M}(W(X^H,Y^H)Z^H,U^H)V^H - \mathcal{M}(Z^H,W(X^H,Y^H)U^H)V^H - \mathcal{M}(Z^H,U^H)W(X^H,Y^H)V^H = 0 \quad (3.2)$$

For the elements $Z^H,U^H,V^H \in T_{(x,y)}(M^0)^h$.

Taking $X^H = \xi^H$ in (3.2), we have

$$W(\xi^H,Y^H)\mathcal{M}(Z^H,U^H)V^H - \mathcal{M}(W(\xi^H,Y^H)Z^H,U^H)V^H - \mathcal{M}(Z^H,W(\xi^H,Y^H)U^H)V^H - \mathcal{M}(Z^H,U^H)W(\xi^H,Y^H)V^H = 0. \quad (3.3)$$

By the use of (2.6), (2.7) and (2.9) in (3.3), we obtain

$$\frac{1}{4}[G(Y^H,\mathcal{M}(Z^H,U^H)V^H) - G(Y^H,Z^H)\eta(\mathcal{M}(\xi^H,U^H)V^H) - G(Y^H,U^H)\eta(\mathcal{M}(Z^H,\xi^H)V^H) - G(Y^H,V^H)\eta(\mathcal{M}(Z^H,U^H)\xi^H)] + \frac{1}{2n}[S(Y^H,\mathcal{M}(Z^H,U^H)V^H) - S(Y^H,Z^H)\eta(\mathcal{M}(\xi^H,U^H)V^H) - S(Y^H,U^H)\eta(\mathcal{M}(Z^H,\xi^H)V^H) - S(Y^H,V^H)\eta(\mathcal{M}(Z^H,U^H)\xi^H)] = 0 . \quad (3.4)$$

Using (2.10) in (3.4), we get

$$\frac{1}{4}[G(Y^H,\mathcal{M}(Z^H,U^H)V^H) - G(Y^H,Z^H)\eta(R(\xi^H,U^H)V^H) - G(Y^H,U^H)\eta(R(Z^H,\xi^H)V^H) - G(Y^H,V^H)\eta(R(Z^H,U^H)\xi^H)] + \frac{1}{16n}\Big[G(Y^H,Z^H)S(U^H,V^H) - \frac{n}{2}G(Y^H,Z^H)G(U^H,V^H) - n\eta(V^H)\eta(Z^H)G(Y^H,U^H) - S(Z^H,V^H)G(Y^H,U^H) + \frac{n}{2}G(Z^H,V^H)G(Y^H,U^H)\Big] + \frac{1}{2n}[S(Y^H,\mathcal{M}(Z^H,U^H)V^H) - (Y^H,Z^H)\eta(R(\xi^H,U^H)V^H) - S(Y^H,U^H)\eta(R(Z^H,\xi^H)V^H) - S(Y^H,V^H)\eta(R(Z^H,U^H)\xi^H)] + \frac{1}{8n}\Big[S(Y^H,Z^H)S(U^H,V^H) + nS(Y^H,Z^H)\eta(U^H)\eta(V^H) - \frac{n}{2}S(Y^H,Z^H)G(U^H,V^H) - nS(Y^H,U^H)\eta(V^H)\eta(Z^H) - S(Y^H,U^H)S(Z^H,V^H) + \frac{n}{2}S(Y^H,U^H)G(Z^H,V^H)\Big] = 0. \quad (3.5)$$

Taking $Z^H = V^H = \xi^H$ in (3.5), we get

$$\frac{1}{4}G(Y^H,\mathcal{M}(\xi^H,U^H)\xi^H) + \frac{1}{2n}G(QY^H,\mathcal{M}(\xi^H,U^H)\xi^H) + \frac{1}{16}\eta(Y^H)\eta(U^H) = 0. \quad (3.6)$$

Therefore, the equation (3.1) holds.

4. KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS SATISFYING $C(X^H,Y^H).\mathcal{M}=0$

Taking $X^H = \xi^H$ andusing (2.6) in (2.11), we get

$$C(\xi^H,Y^H)Z^H = \left(\frac{1}{4}+\frac{r}{(2n+1)(2n)}\right)[\eta(Z^H)Y^H - G(Y^H,Z^H)\xi^H] \quad (4.1)$$

Theorem 4.1. *Let $(M^0)^h$be a $(2n+1)$ −dimensional Kenmotsu Finsler manifold. If th econdition $C(X^H,Y^H).\mathcal{M}=0$ is satisfied, then manifold has the scalar curvature $-\frac{n}{2}(2n+1)$.*

Proof.

The equation $C(X^H,Y^H).\mathcal{M}=0$ for $Z^H,U^H,V^H \in T_{(x,y)}(M^0)^h$ is described as follows:

$$C(X^H,Y^H)\mathcal{M}(Z^H,U^H)V^H - \mathcal{M}(C(X^H,Y^H)Z^H,U^H)V^H - \mathcal{M}(Z^H,C(X^H,Y^H)U^H)V^H - \mathcal{M}(Z^H,U^H)C(X^H,Y^H)V^H = 0. \quad (4.2)$$

Taking$X^H = \xi^H$ in (4.2), we get

$$C(\xi^H,Y^H)\mathcal{M}(Z^H,U^H)V^H - \mathcal{M}(C(\xi^H,Y^H)Z^H,U^H)V^H - \mathcal{M}(Z^H,C(\xi^H,Y^H)U^H)V^H - \mathcal{M}(Z^H,U^H)C(\xi^H,Y^H)V^H = 0. \quad (4.3)$$

Using (2.11) and (2.5) in (4.3), we have

$$\left(\frac{r}{(2n+1)(2n)}+\frac{1}{4}\right)\{\eta(\mathcal{M}(Z^H,U^H)V^H)Y^H - G(Y^H,\mathcal{M}(Z^H,U^H)V^H)\xi^H - \eta(Z^H)\mathcal{M}(Y^H,U^H)V^H + G(Y^H,Z^H)\mathcal{M}(\xi^H,U^H)V^H - \eta(U^H)\mathcal{M}(Z^H,Y^H)V^H + G(Y^H,U^H)\mathcal{M}(Z^H,\xi^H)V^H - \eta(V^H)\mathcal{M}(Z^H,U^H)Y^H + G(Y^H,V^H)\mathcal{M}(Z^H,U^H)\xi^H\} = 0. \quad (4.4)$$

By taking the inner product of (4.4) with ξ^H and using the equations (2.5) and (2.10), we get

$$\left(\frac{r}{(2n+1)(2n)}+\frac{1}{4}\right)\{\eta(\mathcal{M}(Z^H,U^H)V^H)\eta(Y^H) - G(Y^H,\mathcal{M}(Z^H,U^H)V^H) + \eta(Z^H)\eta(\mathcal{M}(Y^H,U^H)V^H) + G(Y^H,Z^H)\eta(\mathcal{M}(\xi^H,U^H)V^H) + \eta(U^H)\eta(\mathcal{M}(Z^H,Y^H)V^H) + G(Y^H,U^H)\eta(\mathcal{M}(Z^H,\xi^H)V^H) - \eta(V^H)\eta(\mathcal{M}(Z^H,U^H)Y^H) + G(Y^H,V^H)\eta(\mathcal{M}(Z^H,U^H)\xi^H)\} = 0. \quad (4.5)$$

With the help of (2.2), (2.3) and (2.7) in (4.5), we get

$$\left(\frac{r}{(2n+1)(2n)}+\frac{1}{4}\right)\Big\{-G(Y^H,\mathcal{M}(Z^H,U^H)V^H) - \frac{1}{8}\big(G(U^H,V^H)G(Y^H,Z^H) - G(Z^H,V^H)G(Y^H,U^H) +$$

$$G(Y^H,Z^H)\eta(V^H)\eta(U^H) - G(Y^H,U^H)\eta(Z^H)\eta(V^H)\big) + \frac{1}{4n}\big(-S(U^H,V^H)G(Y^H,Z^H) + S(Z^H,V^H)G(Y^H,U^H) - S(Z^H,Y^H)\eta(U^H)\eta(V^H) + S(U^H,Y^H)\eta(Z^H)\eta(V^H)\big)\Big\} = 0. \quad (4.6)$$

Taking $Z^H = V^H = \xi^H$ in (4.6), the scalar curvature of the Kenmotsu Finsler manifold is found as $-\frac{n}{2}(2n+1)$.

5. COROLLARY

1. For a $(2n+1)$-dimensional Kenmotsu Finsler manifold $(M^0)^h$, the equation (3.1) is obtained when the condition $W(X^H,Y^H).\mathcal{M} = 0$ holds.
2. For a $(2n+1)$ −dimensional Kenmotsu Finsler manifold $(M^0)^h$, if the condition $C(X^H,Y^H).\mathcal{M} = 0$ is satisfied, then its scalar curvature is $-\frac{n}{2}(2n+1)$.

REFERENCES

Barman, A., & De, U. C. (2013). Projective curvature tensor of a semi-symmetric metric connection in a Kenmotsu manifold. *International Electronic Journal of Geometry*, *6*(1), 159-169.

Barman, A. (2015). Concircular curvature tensor of a semi-symmetric metric connection in a Kenmotsu manifold. *Thai Journal of Mathematics*, *13*(1), 245-257.

Bejancu, A., & Farran, H. R. (2013). *Geometry of pseudo-Finsler submanifolds (Vol. 527)*. New York: Springer Science-Business Media.

Chaubey, S. K., & Ojha, R. H. (2010). On the m-projective curvature tensor of a Kenmotsu manifold. *Differential Geometry-Dynamical Systems*, *12*, 52-60.

Chaubey, S. K., Prakash, S. & Nivas, R. (2012). Some properties of m-projective curvature tensor in Kenmotsu manifolds. *Bulletin of Mathematical Analysis and Applications*, *4*(3), 48-56.

De, U. C., & De, K. (2012). On f-concircularly symmetric Kenmotsu manifolds. *Thai Journal of Mathematics*, *10*(1), 1-11.

Finsler, P. (1918). *Über Kurven und Flächen in Allgemeinen Räumen*. PhDThesis, University of Göttingen, Göttingen.

Hong, S., Özgür, C., & Tripathi, M. M. (2006).On some special classes of Kenmotsu manifolds. *Kuwait J. Sci. Eng*, *33*(2), 19-32.

Kenmotsu, K. (1972). A class of almost contact Riemannian manifolds. *Tohoku Mathematical Journal, Second Series*, *24*(1), 93-103.

Klepp, C. (1984). Almost product Finsler structures and connections on vector bundle. *Proc. Oftliethird Nat. Sem. Flnsler Spaces, University of Brasov,*105-115.

Miron, R. (1982). VectorbundlesFinslergeometry. *In Proc. oftheNat. Seminar on Finslerspaces, Brasov* (pp. 147-188).

Özgür, C., & Tripathi, M. M. (2007). On P-Sasakian manifolds satisfying certain conditions on the concircular curvature tensor. *Turkish Journal of Mathematics*, *31*(2), 171-179.

Pokhariyal, G. P., & Mishra, R. S. (1970). Curvature tensors and their relativistic significance. *Banaras Hindu Univercity Department of Matematics*, September 28, 105-108.

Prakasha, D. G., Nagaraja B. M. & Mirji, K. K. (2016). On M-projectively ϕ-symmetric (ϵ)-Kenmotsu manifolds. *New Trends in Mathematical Sciences*, *4*(4), 295-305.

Prakasha, D. G., & Mirji, K. K. (2017). On the $\mathcal{M}$ − Projective curvature tensor of (κ, μ) −contact metric manifold. *Facta Universitatis, Series: Mathematics and Informatics*, 117-128.

Saroja Devi, M., & Singh, J. P. (2015). On a type of M-Projective curvature tensor on Kenmotsu manifold. *International J. Of Math. Sci. & Engg. Appls*, Vol. 9, No. III, 37-49.

Singh, R. N., & Pandey, S. K. (2013). On the M-Projective curvature tensor of-Contact metric manifolds. *ISRN Geometry, 2013.*

Sinha, B. B., & Yadav, R. K. (1988). On almost contact Finsler structures on vector bundle. *Indian J. pure appl. Math*, *19*(1), 27-35.

Sinha B. B., & Yadav R. K. (1989). On almost unified contact Finsler structures and connections, *Indian Journal of Pure & Applied Mathematics*, *20*(9), 887-892.

Sinha, B. B., & Yadav, R. K. (1991). Almost contact semi symmetric metric Finsler connections on vector bundle. *Indian J. pure appl. Math*, *22*(1), 29-39.

Sinha B. B.,&Yadav K. (1991). On almost Sasakian Finsler manifolds. *Indian J. pure appl. Math*, *22*(3), 185-192.

Taleshian, A., Asghari, N., & On, L. P. (2010). On LP-Sasakian manifolds satisfying certain conditions on the concircular curvature tensor. *Differential geometry-dynamical systems*, *12*, 228-232.

Tanno, S. (1969). The automorphism groups of almost contact Riemannian manifolds. *Tohoku Mathematical Journal, Second Series*, *21*(1), 21-38.

Tripathi, M. M., & Kim, J. S. (2004). On the concircular curvature tensor of a (κ, μ)-manifold. *Balkan Journal of Geometry and Its Applications*, *9*(2), 104-114.

Ünal, İ., Sarı, R., & Vanlı, A. T. (2018). Concircular curvature tensor on generalized kenmotsu manifolds. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 99-105.

Yaliniz A.F., & Caliskan N. (2013). Sasakian Finsler manifolds. *Turkish Journal of Mathematics*, *37*(2), 319-339.

Yano, K. (1940). Concircular geometry I. Concircular transformations. *Proceedings of the Imperial Academy*, *16*(6), 195-200.

Yano, K., & Bochner, S. (1953). *Curvature and Betti numbers*. Princeton: Princeton University Press.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ON SOME CERTAIN QUASI-CONFORMALAND CONCIRCULAR CURVATURE CONDITIONS OF KENMOTSU FINSLER STRUCTURES

Nesrin Çalışkan[1] & Mehmet Dayan[2]

[1]Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Education, Usak University, 64200, Usak-Turkey, nesrin.caliskan@usak.edu.tr

[2]Graduate School of Social Sciences, Usak University, 64200, Usak-Turkey, mehmt.dyn@gmail.com

Abstract: In this study, we introduce Kenmotsu Finsler structures and study quasi-conformal and concircular curvature tensors of thesestructures. Initially, we construct Kenmotsu Finsler structures on horizontal and vertical complementary diffusions of tangent bundles of a base space of a Finsler manifold. Then, we analyse Kenmotsu Finsler manifolds satisfying the conditions $W(\xi^H, U^H).\widetilde{K} = 0$ and $C(\xi^H, U^H).\widetilde{K} = 0$ where $W, \widetilde{K}, C$ are the projective, quasi-conformal and concircular curvature tensors, respectively. So, we proove that if a Kenmotsu Finsler manifold satisfying the condition $W(\xi^H, U^H).\widetilde{K} = 0$ is an η −Einstein manifold or has a constant curvature. Then, we showed that, a Kenmotsu Finsler manifold satisfying the condition $C(\xi^H, U^H).\widetilde{K} = 0$, is an η −Einstein manifold.

Keywords: Kenmotsu Finsler structure, quasi-conformal curvature tensor, concircular curvature tensor.

1. INTRODUCTION

Tanno classified the almost contact metric manifolds (Tanno, 1969), then; Kenmotsu identified one class of them, which is after called Kenmotsu manifold, with its geometric properties (Kenmotsu, 1972).

Also, concircular curvature tensor and Weyl projective curvature tensor were described for Riemannian case in (Yano and Bochner, 1953) and (Yano, 1940), respectively. Besides, different structural properties of concircular curvature tensor were studied in Kenmotsu manifolds (Barman, 2015; Hong, Özgür and Tripathi, 2006).

In 1968, Yano and Sawaki defined the consept of quasi-conformal curvature tensor (Yano and Sawaki, 1968). Then, Baishya and Chowdhury, studied generalized quasi-conformal curvature tensor of N(k,μ)-manifolds. (Baishya and Chowdhury, 2016). In addition, it is known that the properties of the quasi-conformal curvature tensor of Kenmotsu manifolds in different conditions were frequently encountered (Dey and Majhi, 2018; Haseeb, Siddiqi and Shahid, 2017; Özgür and De, 2006). Since the conformal curvature tensor can be considered as the

special case of the quasi-conformal curvature tensor for constants, we can more generally see the studies on the features of quasi-conformal curvature tensor (Jeong, Lee, Oh and Park, 1990).

Besides, after Finsler's dissertation in 1918, Finsler space and Finsler manifolds are more preciously studied (Finsler, 1918). Then, the Finsler geometry of vector bundles are investigated by Miron (1982) and Klepp examined the almost product Finsler structures and connections on the vector bundles (Klepp, 1984). Also, Sinha and Yadav defined almost contact Finsler structures and almost contact Finsler connections on vector bundles (Sinha and Yadav, 1988, 1989, 1991). Then Yaliniz and Caliskan examined almost contact and Sasakian structures on Finsler vector bundles (Yaliniz and Caliskan, 2013).

In this study, we introduce Kenmotsu Finsler structures and study quasi-conformal and concircular curvature tensors of these structures.

2. PRELIMINARIES

Suppose that M is a (2n+1)-dimensional smooth manifold and TM is its tangent bundle with a projection map $\pi : TM \to M$ where a vector U $\in$ T_uTM is called vertical if $\pi_*(U) = 0$. Besides, the vertical subspace of T_uTM is denoted by $T^V{}_u(TM)$ and represents the set of all vertical vectors of T_uTM and also coincides with the tangent space of the fibre $\pi^{-1}(x)$ over x $\in M$. A non-linear connection N defined on M distributes $u = (x, y) \in TM$ to N_u and satisfies $T_u(TM) = N_u \oplus T^V{}_u(TM)$ where N_u and $T^V{}_u(TM)$ are called horizontal and vertical distributions. For a non-linear connection N at a fixed point $u \in TM$, the linear isomorphism $d\pi : N_u \to T_xM$ is called the horizontal lift where its inverse is $I_{h^V} : T_X(M) \to N_u$. Therefore we get a linear isomorphism $I_y : N_u \to T_u^V(TM)$ defined by $I_y = I_{v^V} d\pi$ where $I_{v^V} : T_X(M) \to T_u^V(TM)$, then $\pi(u)$ is called the vertical lift (Sinha and Yadav, 1991).

Suppose that $M^0 \neq \emptyset$ is an open submanifold of TM with the bundle projection $\pi(M^0) = M$ and $\theta(M) \cap M^0 = \emptyset$. Assume $M_x^0 = T_X(M) \cap M^0$ is a positive conic set, meaningly for any $k > 0$ and $y \in M_x^0$ we get $k_y \in M_x^0$. Clearly, $M^0 = TM \setminus \theta(M)$ is used for the notation of a Finsler manifold where θ is the zero section of TM (Bejancu and Farran, 2013).

Assume that, function $F : M^0 \to (0, \infty)$is a smooth function in any coordinate system $\{(U, \varphi) : x^i, y^i\}$ in M^0 with the following relations;

(i) $F(x^1, \dots, x^{2n+1}; \lambda y^1, \dots, \lambda y^{2n+1}) = \lambda F(x^1, \dots, x^{2n+1}; y^1, \dots, y^{2n+1})$ where $(x; y) \in \varphi(U)$ and $\lambda > 0$.

(ii) $g_{ij} = \frac{1}{2}\frac{\partial^2 F^2}{\partial y^i \partial y^j}, i,j \in \{1,2,\dots,2n+1\}$ at any point $(x;y) \in \varphi(U)$, are the components of a positive definite quadratic form on R^{2n+1}.

Hence, the structure $F^{2n+1} = (M, M^0, F)$ is called a Finsler manifold where F is the fundamental function of F^{2n+1}. Besides, the differential map $\pi_* : TM^0 \to TM$ of the submersion $\pi : M^0 \to M$ and is used to describe the vertical vector bundle $(TM^0)^V = ker\pi_*$. As locally $\pi^j(u) = x^i$, we obtain $\pi_*^i(\frac{\partial}{\partial x^j}) = \delta_j^i$ and $\pi_*^i(\frac{\partial}{\partial y^j}) = 0$, on a coordinate neighbourhood $U \subset M^0$. Hence $\left\{\frac{\partial}{\partial y^i}\right\}$ is a basis of $\tau(TM^0|u)^V$ which implies that $(TM^0)^V$ is an integrable distribution of rank $2n+1$on M^0. We call $(TM^0)^V$ the vertical vector bundle of F^{2n+1}. A complementary distribution $(TM^0)^H$ to $(TM^0)^V$ in TM^0 is called a non-linear connection or a horizontal distribution on M^0. Then TM^0 can be decomposed $TM^0 = (TM^0)^H \oplus (TM^0)^V$where $\pi_*(TM^0)^H = (M^0)^h, \pi_*(TM^0)^V = (M^0)^V$. Hence, the basis $\left\{\frac{\delta}{\delta x^1}, \dots, \frac{\delta}{\delta x^{2n+1}}\right\}$ in $\tau(TM^0|u)^H$ is defined by $\frac{\delta}{\delta x^i} = \frac{\partial}{\partial x^i} - N_i^j \frac{\partial}{\partial y^j}$. Then, their dual basis are $(dx^i, \delta y^j)$ where, $\delta y^j = dy^j + N_i^j(x,y)dx^i$. So, the whole vector field is decribed by $U = U^i(x,y)\frac{\delta}{\delta x^i} + \widetilde{U}^i(x,y)\frac{\partial}{\partial y^j}$ for all $U \in TM^0$. It is clear that, for $\widetilde{U}^i(x,y) = 0$, we get the subbundle of $(M^0)^h \subset M^0$ and for $U^i(x,y) = 0$, we obtain the subbundle of $(M^0)^v \subset M^0$. Meaningly, $U^H = U^i(x,y)\frac{\delta}{\delta x^i}$, $U^V = \widetilde{U}^i(x,y)\frac{\partial}{\partial y^i}$, $\widetilde{U}^i = U^i + N_j^i U^j$. In addition to this vector field, the whole 1-form w is determined by $w = \widetilde{w}_i(x,y)dx^i + w_i(x,y)\,\delta y^i$ where $w^H = \widetilde{w}_i dx^i, w^V = w_i \delta y^i, \widetilde{w}_i = w_i - N_j^i w_j$ which gives $w^H(U^H) = 0$, $w^V(U^H) = 0$ for $w = w^H + w^V$ with the similar assumption.

Due to we construct Kenmotsu Finsler structures on subbundles $(M^0)^h$ and $(M^0)^v$. So, $((M^0)^h, \phi^H, \xi^H, \eta^H)$ and $((M^0)^v, \phi^V, \xi^V, \eta^V)$ are called (2n+1)-dimensional Kenmotsu Finsler manifolds with below relations:

$$\varphi^2 = -I + \eta^H \otimes \xi^H + \eta^V \otimes \xi^V, \tag{2.1}$$

$$\eta^H(\xi^H) = 1 = \eta^V(\xi^V), \varphi^H(\xi^H) = 0 = \varphi^V(\xi^V), \tag{2.2}$$

$$\eta^H \circ \varphi^H = 0 = \eta^V \circ \varphi^V,$$
$$G(T^H, \xi^H) = \eta^H(T^H),$$
$$G(T^V, \xi^V) = \eta^V(T^V), \tag{2.3}$$

$$G(T^H, U^H) = G(\varphi^H T^H, \varphi^H U^H) + \eta^H(T^H)\eta^H(U^H),$$
$$G(T^V, U^V) = G(\varphi^V T^V, \varphi^V U^V) + \eta^V(T^V)\eta^V(U^V), \tag{2.4}$$

$$R(\xi^H, U^H)V^H = \frac{1}{4}[\eta^H(V^H)U^H - G(U^H, V^H)\xi^H],$$
$$R(\xi^V, U^V)V^V = \frac{1}{4}[\eta^V(V^V)U^V - G(U^V, V^V)\xi^V], \tag{2.5}$$

where φ is a tensor field, η is a 1-form, ξ is a vector field, G is a symmetric tensor field and ∇ is a Finsler connection on M^0 with the following decompositions:

$$\varphi = \varphi^H + \varphi^V = \varphi^i_j(x,y)\frac{\delta}{\delta x^i}\otimes dx^j + \tilde{\varphi}^i_j(x,y)\frac{\partial}{\partial y^j}\otimes \delta y^j,$$
$$\eta = \eta^H + \eta^V = \eta_i(x,y)dx^i + \tilde{\eta}_i(x,y)\delta y^i,$$
$$\xi = \xi^H + \xi^V = \xi^i(x,y)\frac{\delta}{\delta x^i} + \tilde{\xi}^i(x,y)\frac{\partial}{\partial y^i},$$

$$G = G^H + G^V = g^F_{(ij)}dx^i\otimes dx^j + g^F_{(ij)}\delta y^i\otimes\delta y^j,$$
$$\nabla_U V = \left(\nabla^H_{U^H}V\right) + \left(\nabla^V_{U^V}V\right), \forall U \in T_{(x,y)}M^0,$$
$$\nabla_U \eta = \left(\nabla^H_{\eta^H}V\right) + \left(\nabla^V_{\eta^V}V\right), \forall \eta \in T^*{}_{(x,y)}M^0.$$

Additionally, S is the Ricci curvature tensor with the relation;

$$S(X,Y) = G(QX,Y). \tag{2.6}$$

where Q is a Ricci operator.

Definition 2.1. *The concircular curvature tensor of the Kenmotsu Finsler manifold $(M^0)^h$ is defined by the following relation:*

$$C(T^H,U^H)V^H = R(T^H,U^H)V^H - \frac{r}{(2n+1)(2n)}[G(U^H,V^H)T^H - G(T^H,V^H)U^H] \quad (2.7)$$

for $T^H, U^H, V^H \in T_uM^0$.

Taking $T^H = \xi^H$ and using (2.5) in (2.7), we get

$$C(\xi^H,U^H)V^H = \left(\frac{1}{4} + \frac{r}{(2n+1)(2n)}\right)[\eta(V^H)U^H - G(U^H,V^H)\xi^H] \quad (2.8)$$

Definition 2.2. *The quasi-conformal curvature tensor of the Kenmotsu Finsler manifold $(M^0)^h$ is given by the following equation:*

$$\widetilde{K}(T^H,U^H)V^H = aR(T^H,U^H)V^H + b[S(U^H,V^H)T^H - S(T^H,V^H)U^H + G(U^H,V^H)QT^H - G(T^H,V^H)QU^H] - \frac{r}{2n+1}\left(\frac{a}{2n} + 2b\right)(G(U^H,V^H)T^H - G(T^H,V^H)U^H) \quad (2.9)$$

where $T^H, U^H, V^H \in T_uM^0$.

Here $a \neq 0 \neq b$ and r are the scalar curvature tensor.If we take $a = 1$ and $b = -\frac{1}{2n-1}$, (2.9) the relation becomes:

$$\begin{aligned}\widetilde{K}(T^H,U^H)V^H &= R(T^H,U^H)V^H \\ &\quad + \frac{1}{2n-1}[S(U^H,V^H)T^H - S(T^H,V^H)U^H \\ &\quad + G(U^H,V^H)QT^H - G(T^H,V^H)QU^H] \\ &\quad + \frac{r}{(2n)(2n-1)}(G(U^H,V^H)T^H - G(T^H,V^H)U^H) \\ &= K(T^H,U^H)V^H. \end{aligned} \quad (2.10)$$

Here K is the conformal curvature tensor. It can be seen from the equations (2.9) and (2.10), the conformal curvature tensor is reduced from the quasi-conformal curvature tensor.

Taking $T^H = \xi^H$ in (2.9) and with the help of (2.5), we get

$$\widetilde{K}(\xi^H,U^H)V^H = \left(\frac{a}{4} + bn - c\right)\eta(V^H)U^H + \left(-\frac{a}{4} + \frac{bn}{2} + c\right)G(U^H,V^H)\xi^H + bS(U^H,V^H)\xi^H. \quad (2.11)$$

Changing $V^H = \xi^H$ in (2.11), we have

$$\widetilde{K}(\xi^H, U^H)\xi^H = \left(\frac{a}{4} + bn - c\right) Y^H + \left(-\frac{a}{4} + c\right)\eta(U^H)\xi^H. \quad (2.12)$$

Replacing $U^H = \xi^H$ in (2.11), we obtain

$$\widetilde{K}(\xi^H, \xi^H)V^H = (bn)\eta(V^H)\xi^H. \quad (2.13)$$

Definition 2.3. *The Weyl projective curvature tensor of the Kenmotsu Finsler manifold* $(M^0)^h$ *is defined by the below expression:*

$$W(T^H, U^H)V^H = R(T^H, U^H)V^H - \frac{1}{2n}[T^H S(U^H, V^H) - U^H S(T^H, V^H)] \quad (2.14)$$

where$T^H, U^H, V^H \in T_u M^0$.

Definition 2.4. *The condition of being* η *−Einstein manifold for the Kenmotsu Finsler manifold is as follows:*

$$S(U^H, V^H) = aG(U^H, V^H) + b\eta^H(U^H)\eta^H(V^H) \quad (2.15)$$

where$U^H, V^H \in T_u M^0$.

3. KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS SATISFYING $W(\xi^H, U^H).\widetilde{K} = 0$

Theorem 3.1. *For a* $(2n+1)$*-dimensional Kenmotsu Finsler manifold* $(M^0)^h$*, if* $W(\xi^H, U^H).\widetilde{K} = 0$ *is satisfied, then the scalar curvature* $r = -\frac{n}{2}(2n+1)$ *or manifold is* η*-Einstein.*

Proof.

Dueto$W(\xi^H, U^H).\widetilde{K} = 0$, wegetthefollowingrelation:

$$W(T^H, U^H)\widetilde{K}(V^H, W^H)Z^H - \widetilde{K}(W(T^H, U^H)V^H, W^H)Z^H - \widetilde{K}(V^H, W(T^H, U^H)W^H)Z^H - \widetilde{K}(V^H, W^H)W(T^H, U^H)Z^H = 0. \quad (3.1)$$

Where $V^H, W^H, Z^H \in T_u(M^0)^h$.

Here taking $T^H = \xi^H$, we get

$$W(\xi^H, U^H)\widetilde{K}(V^H, W^H)Z^H - \widetilde{K}(W(\xi^H, U^H)V^H, W^H)Z^H - \widetilde{K}(V^H, W(\xi^H, U^H)W^H)Z^H - \widetilde{K}(V^H, W^H)W(\xi^H, U^H)Z^H = 0. \quad (3.2)$$

Taking the inner product of (3.2) with T^H, following relation holds:

$$G\big(W(\xi^H, U^H)\widetilde{K}(V^H, W^H)Z^H, T^H\big) = G\big(W(\xi^H, U^H)\widetilde{K}(V^H, W^H)Z^H, T^H\big) - G(\widetilde{K}(W(\xi^H, U^H)V^H, W^H)Z^H, T^H) -$$

$$G(\tilde{K}(V^H,W(\xi^H,U^H)W^H)Z^H,T^H) - G(\tilde{K}(V^H,W^H)W(\xi^H,U^H)Z^H,T^H) = 0 \quad (3.3)$$

Using (2.14) in (3.3), we have

$$\frac{1}{4}\{G(U^H,\tilde{K}(V^H,W^H)Z^H)n(T^H) - G(U^H,V^H)G(\tilde{K}(\xi^H,W^H)Z^H,T^H) - G(U^H,W^H)G(\tilde{K}(V^H,\xi^H)Z^H,T^H) - G(U^H,Z^H)G(\tilde{K}(V^H,W^H)\xi^H,T^H)\} + \frac{1}{2n}\{S(U^H,\tilde{K}(V^H,W^H)Z^H)n(T^H) - S(U^H,V^H)G(\tilde{K}(\xi^H,W^H)Z^H,T^H) - S(U^H,W^H)G(\tilde{K}(V^H,\xi^H)Z^H,T^H) - S(U^H,Z^H)G(\tilde{K}(V^H,W^H)\xi^H,T^H) = 0 \quad (3.4)$$

where $T^H, U^H, V^H, W^H, Z^H \in T_u(M^0)^h$.

Changing $W^H = \xi^H$ in (3.4), we get

$$\frac{1}{4}G(U^H,\tilde{K}(V^H,\xi^H)Z^H)\eta(T^H) - \frac{1}{4}\eta(U^H)G(\tilde{K}(V^H,\xi^H)Z^H,T^H) - \frac{1}{4}G(U^H,Z^H)G(\tilde{K}(V^H,\xi^H)\xi^H,T^H) + \frac{1}{2n}S(U^H,\tilde{K}(V^H,\xi^H)Z^H)\eta(T^H) - \frac{1}{2n}\left(-\frac{n}{2}\right)\eta(U^H)G(\tilde{K}(V^H,\xi^H)Z^H,T^H) - \frac{1}{2n}S(U^H,Z^H)G(\tilde{K}(V^H,\xi^H)\xi^H,T^H) = 0. \quad (3.5)$$

By the use of (2.11), (2.12) and (2.12), equation (3.5) takes the following form:

$$\left(-\frac{a}{8}-\frac{bn}{8}+\frac{c}{4}\right)G(U^H,V^H)\eta(T^H)\eta(Z^H) + \left(-\frac{a}{8}-\frac{bn}{4}+\frac{c}{4}\right)G(U^H,Z^H)\eta(T^H)\eta(V^H) + \left(-\frac{a}{16}+\frac{bn}{8}-\frac{c}{4}\right)G(U^H,Z^H)G(T^H,V^H) + \left(-\frac{a}{8n}+\frac{c}{2n}\right)S(U^H,V^H)\eta(T^H)\eta(Z^H) + \left(-\frac{a}{8n}-\frac{b}{2}+\frac{c}{2n}\right)S(U^H,Z^H)\eta(T^H)\eta(V^H) + \left(\frac{a}{8n}+\frac{b}{4}-\frac{c}{2n}\right)S(U^H,Z^H)G(T^H,V^H) + S(T^H,V^H)G(U^H,Z^H) + \left(-\frac{b}{4}\right)S(QV^H,U^H) + \left(\frac{b}{2n}\right)\eta(T^H)\eta(Z^H) + \left(-\frac{b}{2n}\right)S(U^H,Z^H)S(V^H,T^H) = 0. \quad (3.6)$$

Because of $\{E_i^H\}$, $1 \le i \le (2n+1)$ is an orthonormal base of $T_u(M^0)^h$, replacing $U^H = Z^H = E_i^H$ in equation (3.6) and by taking summation over i, the following equation is obtained:

$$S(T^H,V^H) = \frac{d}{2n^2+n+r}G(T^H,V^H) + \frac{e}{2n^2+n+r}\eta(T^H)\eta(V^H) \quad (3.7)$$

where d and e are as follows:

$$d = \frac{n(2n+1)(a+2bn-4c)+2r(a-2b-4c)}{4b},$$

$$e = \frac{n(2n+1)(-a-2bn+2c)+r(-a-4bn+4c)}{2b}.$$

Thus, in the sence of Definition 2.4 , the manifold is η-Einstein. Besides, if $2n^2 + n + r = 0$, then the scalar curvature tensor is found as $-\frac{n}{2}(2n+1)$.

4. KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS SATISFYING $C(\xi^H, Y^H).\widetilde{K} = 0$

Theorem 4.1. For a$(2n+1)$ $-$*dimensional Kenmotsu Finsler manifold* $(M^0)^h$, *if the relation*$C(\xi^H, Y^H).\widetilde{K} = 0$*is satisfied, then manifold is* η $-$*Einstein.*

Proof.

The relation $C(\xi^H, Y^H).\widetilde{K} = 0$, takes the following form;

$$\big(C(\xi^H, U^H).\widetilde{K}\big)(W^H, Z^H)V^H = C(\xi^H, U^H)\widetilde{K}(W^H, Z^H)V^H - \widetilde{K}(C(\xi^H, U^H)W^H)Z^H)V^H - \widetilde{K}(W^H, C(\xi^H, U^H)Z^H)V^H - \widetilde{K}(W^H, Z^H)C(\xi^H, U^H)V^H = 0 \quad (4.1)$$

where$U^H, V^H, W^H, Z^H \in T_u(M^0)^h$.

Taking $W^H = \xi^H$ in (4.1) and with the help of equality (2.8), we get

$$C(\xi^H, U^H)\widetilde{K}(\xi^H, Z^H)V^H - \widetilde{K}(C(\xi^H, U^H)\xi^H, Z^H)V^H - \widetilde{K}(\xi^H, C(\xi^H, U^H)Z^H)V^H - \widetilde{K}(\xi^H, Z^H)C(\xi^H, U^H)V^H = 0. \quad (4.2)$$

Taking the inner product of (4.2) with T^H, the following equation is obtained:

$$\Big(\frac{1}{4} + \frac{r}{(2n)(2n+1)}\Big)\{\eta(\widetilde{K}(\xi^H, Z^H)V^H)G(U^H, T^H) - G\big(U^H, \widetilde{K}(\xi^H, Z^H)V^H\big)\eta(T^H) - G\big(\widetilde{K}(U^H, Z^H)V^H, T^H\big) + G\big(\widetilde{K}(\xi^H, Z^H)V^H, T^H\big)\eta(U^H) - \eta(Z^H)G\big(\widetilde{K}(\xi^H, U^H)V^H, T^H\big) + G(U^H, Z^H)G\big(\widetilde{K}(\xi^H, \xi^H)V^H, T^H\big) - \eta(V^H)G\big(\widetilde{K}(\xi^H, Z^H)U^H, T^H\big) + G(U^H, V^H)G\big(\widetilde{K}(\xi^H, Z^H)\xi^H, T^H\big)\} = 0. \quad (4.3)$$

By the usage of (2.11), (2.12) and (2.13) in (4.3), we get

$$-b[S(U^H, V^H)\eta(T^H)\eta(Z^H) + S(U^H, Z^H)\eta(T^H)\eta(V^H)] - \frac{bn}{2}[G(U^H, Z^H)\eta(T^H)\eta(V^H) + G(U^H, V^H)\eta(T^H)\eta(Z^H)] + b[S(U^H, V^H)G(T^H, Z^H) - S(T^H, U^H)G(Z^H, V^H) + S(T^H, Z^H)G(U^H, V^H)] + \frac{bn}{2}[G(T^H, U^H)G(Z^H, V^H) + 2G(U^H, V^H)G(T^H, Z^H) = 0. \quad (4.4)$$

Let E_i^H, $1 \leq i \leq 2n+1$, be an orthonormal base of $T_u(M^0)^h$. Then, if we take $U^H = V^H = E_i^H$ in (4.4) and taking the sumover , we get the following equation:

$$S(T^H, Z^H) = \frac{-(r+2n(n+1))}{(2n+1)} G(T^H, Z^H) + \frac{-r+\frac{n}{2}(2n+1)}{(2n+1)} \eta(T^H)\eta(Z^H).$$

Thus, themanifold is η −Einstein.

5. COROLLARY

1. For a $(2n+1)$-dimensional Kenmotsu Finsler manifold $(M^0)^h$, if $W(\xi^H, U^H).\widetilde{K} = 0$ is satisfied, then the scalar curvature $r = -\frac{n}{2}(2n+1)$ or manifold is an η-Einstein manifold.
2. For a $(2n+1)$ −dimensional Kenmotsu Finsler manifold $(M^0)^h$, if the relation $C(\xi^H, Y^H).\widetilde{K} = 0$ is verified, then manifold is an η −Einstein manifold.

REFERENCES

Baishya, K. K., & Chowdhury, P. R. (2016). On generalized quasi-conformal N(k,μ)-manifolds. *Commun. Korean Math. Soc*, *31*(1), 163-176.

Barman, A. (2015). Concircular curvature tensor of a semi-symmetric metric connection in a Kenmotsu manifold. *Thai Journal of Mathematics*, *13*(1), 245-257.

Bejancu, A., & Farran, H. R. (2013). *Geometry of pseudo-Finsler submanifolds (Vol. 527)*. New York: Springer Science-Business Media.

Chaubey, S. K., & Ojha, R. H. (2010). On the m-projective curvature tensor of a Kenmotsu manifold. *Differential Geometry-Dynamical Systems*, *12*, 52-60.

Dey, D., & Majhi, P. (2018). On the quasi-conformal curvature tensor of an almost Kenmotsu manifold with nullity distributions. *Facta Universitatis, Series: Mathematics and Informatics*, *33*(2), 255-268.

Finsler, P. (1918). *Über Kurven und Flächen in Allgemeinen Räumen*. PhD Thesis, University of Göttingen, Göttingen.

Haseeb, A., Siddiqi, M. D., & Shahid, M. H. (2017). Quasi-conformal curvature tensor with respect to a semi-symmetric non-metric connection in a Kenmotsu manifold. *Advances in Pure and Applied Mathematics*, *8*(3), 153-161.

Hong, S., Özgür, C., & Tripathi, M. M. (2006).On some special classes of Kenmotsu manifolds. *Kuwait J. Sci. Eng*, *33*(2), 19-32.

Jeong, J. C., Lee, J. D., Oh, G. H., & Park, J. S. (1990). On the contact corformal curvature tensor*. *Bulletin of the Korean Mathematical Society*, *27*(2), 133-142.

Kenmotsu, K. (1972). A class of almost contact Riemannian manifolds. *Tohoku Mathematical Journal, Second Series*, *24*(1), 93-103.

Klepp, C. (1984). Almost product Finsler structures and connections on vector bundle. *Proc. Oftliethird Nat. Sem. Flnsler Spaces, University of Brasov*,105-115.

Miron, R. (1982). Vector bundles Finsler geometry. *In Proc. Of the Nat. Seminar on Finsler spaces, Brasov* (pp. 147-188).

Özgür, C., & De, U. C. (2006). On the quasi-conformal curvature tensor of a Kenmotsu manifold. *Mathematica Pannonica*, *17*(2), 221-228.

Pokhariyal, G. P., & Mishra, R. S. (1970). Curvature tensors and their relativistic significance. *Banaras Hindu Univercity Department of Matematics*, September 28, 105-108.

Singh, R. N., Pandey, S. K., & Pandey, G. (2013). On W2-curvature tensor in a Kenmotsu manifold. *Tamsui Oxf. J. Inf. Math. Sci*, *29*(2), 129-141.

Sinha, B. B.,&Yadav, R. K. (1988). On almostcontactFinslerstructures on vectorbundle. *Indian J. pureappl. Math*, *19*(1), 27-35.

Sinha B. B., & Yadav R. K. (1989). On almost unified contact Finsler Structures and connections, *Indian Journal of Pure & Applied Mathematics*, *20*(9), 887-892.

Sinha, B. B., & Yadav, R. K. (1991). Almost contact semi symmetric metric Finsler connections on vector bundle. *Indian J. pure appl. Math*, *22*(1), 29-39.

Sinha B. B., & Yadav K. (1991). On almost Sasakian Finsler manifolds. *Indian J. pure appl. Math*, *22*(3), 185-192.

Tanno, S. (1969). The automorphism groups of almost contact Riemannian manifolds. *Tohoku Mathematical Journal, Second Series*, *21*(1), 21-38.

Yaliniz A.F., & Caliskan N. (2013). Sasakian Finsler manifolds. *Turkish Journal of Mathematics*, *37*(2), 319-339.

Yano, K. (1940). Concircular geometry I. Concircular transformations. *Proceedings of the Imperial Academy*, *16*(6), 195-200.

Yano, K., & Bochner, S. (1953). *Curvature and Betti numbers*. Princeton: Princeton UniversityPress.

Yano, K., & Sawaki, S. (1968). Riemannian manifolds admitting a conformal transformation group. *Journal of Differential Geometry*, *2*(2), 161-184.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ON THE COEFFICIENTS OF QUASI-CONVEX MULTIVALENT FUNCTIONS

Osman Altıntaş[1] & Melike Aydoğan[2]

1. Department of Mathematics Education, Baskent University, Ankara, Turkey
E-mail[1]: oaltintas@baskent.edu.tr
2. Department of Mathematics, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey
E-mail[2]: aydogansm@itu.edu.tr

Abstract. In this paper we introduce and investigate the class of $T_n{}^p(\lambda,\beta,A,B)$ that we call the class of multivalent quasi-starlike and quasi-convex functions with respect to parameter λ. Also we define the class $K_n{}^p(\lambda,\beta,\mu,m,A,B)$ which is satisfy non-homegeneous Cauchy-Euler type differential equation. We obtain coefficient bounds, distortion inequalities for the above classes.

Keywords. Starlike function, convex function, close-to-starlike, close-to-convex function, quasi-starlike, quasi-convex function.

1. Introduction and Preliminaries

Let $T_n{}^p$ denote the class of functions $f(z)$ of the form

$$f(z)=z^p-\sum_{k=n+p}^{\infty}a_k z^k \qquad \left(a_{n+p}\geq 0, p,n\in\mathbb{N}^+=\{1,2,3,\dots\}\right)$$

which are analytic in the open unit disk

$$U=\{z: z\in\mathbb{C} \text{ and } |z|<1\}.$$

Remark 1.1. We have the symbols for following classes.

i. $CV_n{}^p(\alpha)$ is the class of p-valently convex functions of order α.
ii. $ST_n{}^p(\alpha)$ is the class of p-valently starlike functions of order α.
iii. $CCV_n{}^p(\alpha)$ is the class of p-valently close-to-convex functions of order α.

iv. $CST_n{}^p(\alpha)$ is the class of p-valently close-to-starlike functions of order α.

v. $QCV_n{}^p(\alpha)$ is the class of p-valently quasi-convex functions of order α.

vi. $QST_n{}^p(\alpha)$ is the class of p-valently quasi-starlike functions of order α.

Remark 1.2. We have the definitions of the following classes.

i. $CV_n{}^p(\alpha) = \left\{ f \in T_n{}^p : \operatorname{Re}\left(1 + \frac{zf''(z)}{f'(z)}\right) > \alpha,\ 0 \le \alpha < 1 \right\}.$

ii. $ST_n{}^p(\alpha) = \left\{ f \in T_n{}^p : \operatorname{Re}\frac{zf'(z)}{f(z)} > \alpha,\ 0 \le \alpha < 1 \right\}.$

iii. $CCV_n{}^p(\alpha,\beta) = \left\{ f \in T_n{}^p : \operatorname{Re}\frac{f'(z)}{g'(z)} > \alpha,\ g \in CV_n{}^p(\beta),\ 0 \le \alpha < 1,\ 0 \le \beta < 1 \right\}.$

iv. $CST_n{}^p(\alpha,\beta) = \left\{ f \in T_n{}^p : \operatorname{Re}\frac{f(z)}{g(z)} > \alpha,\ g \in ST_n{}^p(\beta),\ 0 \le \alpha < 1,\ 0 \le \beta < 1 \right\}.$

v. $QCV_n{}^p(\alpha,\beta) = \left\{ f \in T_n{}^p : \operatorname{Re}\frac{\left(zf'(z)\right)'}{g'(z)} > \alpha,\ g \in CV_n{}^p(\beta),\ 0 \le \alpha < 1,\ 0 \le \beta < 1 \right\}.$

vi. $QST_n{}^p(\alpha,\beta) = \left\{ f \in T_n{}^p : \operatorname{Re}\frac{zf'(z)}{g(z)} > \alpha\ ,\ g \in ST_n{}^p(\beta),\ 0 \le \alpha < 1,\ 0 \le \beta < 1 \right\}.$

Remark 1.3.

i. $f \in CV_n{}^p(\alpha) \Rightarrow\ zf'(z) \in ST_n{}^p(\alpha),\ 0 \le \alpha < 1.$

ii. $f \in CCV_n{}^p(\alpha) \Rightarrow\ zf'(z) \in CST_n{}^p(\alpha),\ 0 \le \alpha < 1.$

iii. $f \in QCV_n{}^p(\alpha) \Rightarrow\ zf'(z) \in QST_n{}^p(\alpha),\ 0 \le \alpha < 1.$

For the class of close-to-convex function of order α, and close-to-star function of order α see (Goodman, 1983).

For the quasi-convex function see (Noor, 1987) and quasi-starlike function see (Dziubinski, 1972).

Definition 1.1. For two functions $f(z)$ and $g(z)$ analytic in U, we say that $f(z)$ is subordinate to $g(z)$ in U, and we write $f(z) \prec g(z)$, if there exists a Schwarz function $w(z)$ analytic in U, with

$$w(0) = 0 \text{ and } |w(z)| < 1 \quad (z \in U)$$

such that

$$f(z) = g\big(w(z)\big) \quad (z \in U).$$

In particular, if the function g is univalent in U, the above subordination is equivalent to

$$f(0) = g(0) \text{ and } f(U) \subset g(U).$$

Definition 1.2. We denote by ${T_n}^p(\lambda, \beta, A, B)$ the class of functions given by

$${T_n}^p(\lambda, \beta, A, B) = \left\{ g: g \in {T_n}^p \text{ and } \frac{g'(z) + \lambda z g''(z)}{h'(z)} \prec \right.$$

$$\left. [1 + \lambda(p-1)]\frac{1 + Az}{1 + Bz} \right\},$$

where $g(z) = z^p - \sum_{k=n+p}^{\infty} b_k z^k \ (b_k \geq 0)$,
$h(z) = z^p - \sum_{k=n+p}^{\infty} c_k z^k \ (c_k \geq 0)$, $0 \leq \lambda \leq 1$, $0 \leq \beta < 1$,
$-1 \leq B < A \leq 1$, $h(z) \in CV(\beta)$.

Definition 1.3. A function $f(z) \in {T_n}^p$ is said to be in the class ${K_n}^p(\lambda, \beta, \mu, m, A, B)$ if it satisfies the following non-homegeneous Cauchy-Euler type differential equation of order m :

$$z^m \frac{d^m w}{dz^m} + \binom{m}{1}(\mu + m - 1)z^{m-1}\frac{d^{m-1}w}{dz^{m-1}} + \cdots + \binom{m}{m}\prod_{j=0}^{m-1}(\mu + j)\, w$$

$$= \prod_{j=0}^{m-1}(\mu + j + 1)\, g$$

where $w = f(z)$, $g(z) \in T_n{}^p(\lambda, \beta, A, B)$, $\mu \in \mathbb{R} \setminus (-\infty, -1]$, $m \in \{2,3,4, \dots\}$ (Altıntaş, 2010a).

The special classes $T_1{}^1(\lambda, \beta, A, B)$ was introduced and studied (Altıntaş, 2010b; Altıntaş and Aydoğan, in press). The special values of the parameters the class $K_n{}^p(\lambda, \beta, \mu, m, A, B)$ is introduced and studied (Altıntaş, 2010b; Altıntaş et al., 2004; Altıntaş and Özkan, 2012).

2. Coefficient Bounds For The Functions In the Classes $T_n{}^p(\lambda, \beta, A, B)$ and $K_n{}^p(\lambda, \beta, \mu, m, A, B)$

To prove of the main Theorem, we begin the following Lemmas.

Lemma 2.1. If $p(z) \prec \frac{1+Az}{1+Bz}$ then we have

$$\operatorname{Re} p(z) > \frac{1-A}{1-B} \tag{2.1}$$

(Altıntaş, 2010b).

Lemma 2.2. If $f \in K_n{}^p(\lambda, \beta, \mu, m, A, B)$ then we have

$$a_k = \frac{\prod_{j=0}^{m-1}(\mu + j + p)}{\prod_{j=0}^{m-1}(\mu + j + k)} b_k \tag{2.2}$$

(Altıntaş, 2010a).

Theorem 2.1. If $g(z) \in T_n{}^p(\lambda, \beta, A, B)$ then we have

$$\sum_{k=n+p}^{\infty} k[1 + \lambda(k-1)]\, b_k \leq p\left[1 + \lambda(p-1) - \alpha + \alpha \frac{p-\beta}{n+p-\beta}\right] \tag{2.3}$$

$$\left(\alpha = [1 + \lambda(p-1)]\frac{1-A}{1-B}\right).$$

Proof. From Definition 1.2, using Lemma 2.1 we have

$$\operatorname{Re} \frac{g'(z) + \lambda z g''(z)}{h'(z)} > \alpha, \quad \left(\alpha = [1 + \lambda(p-1)]\frac{1-A}{1-B}\right),$$

$h(z) \in CV_n{}^p(\beta)$

and

$$\operatorname{Re}\left\{\frac{pz^{p-1}-\sum_{k=n+p}^{\infty}k(k-1)b_kz^{k-1}}{pz^{p-1}-\sum_{k=n+p}^{\infty}c_kz^{k-1}}\right.$$

$$\left.+\frac{\lambda\left[p(p-1)z^{p-1}-\sum_{k=n+p}^{\infty}k(k-1)b_kz^{k-1}\right]}{pz^{p-1}-\sum_{k=n+p}^{\infty}c_kz^{k-1}}\right\}>\alpha.$$

If we choose z to be real and $z\to 1^-$, we get

$$\sum_{k=n+p}^{\infty}k[1+\lambda(k-1)]\,a_k\le p+\lambda p(p-1)-\alpha p+\alpha\sum_{k=n+p}^{\infty}kc_k. \quad (2.4)$$

We know that if $h(z)\in CV_n{}^p(\beta)$ then

$$\operatorname{Re}\left(1+\frac{zh''(z)}{h'(z)}\right)>\beta \qquad (0\le\beta<1)$$

or

$$\operatorname{Re}\frac{h'(z)+zh''(z)}{h'(z)}>\beta$$

and

$$\operatorname{Re}\left\{\frac{pz^{p-1}-\sum_{k=n+p}^{\infty}kc_kz^{k-1}+p(p-1)z^{k-1}}{pz^{p-1}-\sum_{k=n+p}^{\infty}kz^{k-1}}\right.$$

$$\left.-\frac{\sum_{k=n+p}^{\infty}k(k-1)c_kz^{k-1}}{pz^{p-1}-\sum_{k=n+p}^{\infty}kz^{k-1}}\right\}>\beta.$$

Choosing z to be real and $z\to 1^-$, we get

$$\frac{p+p(p-1)-\sum_{k=n+p}^{\infty}k+k(k-1)c_k}{p-\sum_{k=n+p}^{\infty}kc_k}\ge\beta$$

and

$$\sum_{k=n+p}^{\infty}k(k-\beta)c_k\le p(p-\beta).$$

From this inequality we have

$$(n+p-\beta)\sum_{k=n+p}^{\infty} kc_k \leq \sum_{k=n+p}^{\infty} k(k-\beta)c_k \leq p(p-\beta)$$

or

$$\sum_{k=n+p}^{\infty} kc_k \leq \frac{p(p-\beta)}{n+p-\beta} \tag{2.5}$$

Using (2.5) in (2.4) we obtain (2.3).

The result (2.3) is sharp with the function given by

$$f(z) = z^p - \left(\frac{p(n+p-\beta)[1+\lambda(p-1)-\alpha]+\alpha p(p-\beta)}{(n+p)(n+p-\beta)[1+\lambda(n+p-1)]}\right) z^{n+p} \tag{2.6}$$

By setting the special values of the parameters in Theorem 2.1 and using the relation (2.3) we arrive at the following corollaries.

Corollary 2.1. If $g \in {T_n}^p(0,\beta,A,B) = QST_n{}^p(\alpha,\beta) = CCV_n{}^p(\alpha,\beta)$ then we have

$$\sum_{k=n+p}^{\infty} kb_k \leq p\left[(1-\alpha)+\alpha\frac{p-\beta}{n+p-\beta}\right]$$

where

$$\alpha = \frac{1-A}{1-B},\quad 0 \leq \beta < 1,\quad -1 \leq B < A \leq 1,\quad p,n \in \mathbb{N}^+ = \{1,2,3,\dots\}.$$

In this case

$$\frac{g'(z)}{h'(z)} = \frac{zg'(z)}{zh'(z)} = \frac{zg'(z)}{s(z)} \prec \frac{1+Az}{1+Bz}$$

since $h(z) \in CV_n{}^p(\beta) \Rightarrow zh'(z) = s(z) \in ST_n{}^p(\beta)$. Hence, we get $g \in QST_n{}^p(\beta, A, B)$.

Corollary 2.2. If $g \in T_n{}^1(0, \beta, A, B)$ then we have

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} kb_k \leq 1 - \alpha + \alpha \frac{1-\beta}{n+1-\beta}, \quad \alpha = \frac{1-A}{1-B}$$

(Altıntaş and Aydoğan, in press: Corollary 2.10 for q=1).

Corollary 2.3. If $g \in T_n{}^1(0,0, A, B) = CCV_n{}^1(\alpha, 0)$ then we have

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} kb_k \leq \frac{n(1-\alpha)+1}{n+1}, \quad \alpha = \frac{1-A}{1-B}.$$

Corollary 2.4. If $g \in T_n{}^1(0,0,1,-1) = QCV_n{}^1(0,0)$ then we have

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} kb_k \leq 1$$

(Altıntaş and Aydoğan, in press: Corollary 2.9 for q=1).

Corollary 2.5. If $g \in T_n{}^p(1, \beta, A, B) = QCV_n{}^p(\alpha, \beta)$ then we have

$$\sum_{k=n+p}^{\infty} k^2 b_k \leq p(1-\alpha) + \alpha \frac{p(p-\beta)}{n+p-\beta}, \quad \alpha = p\frac{1-A}{1-B},$$

$-1 \leq B < A \leq 1$.

In this case

$$\frac{(zg'(z))'}{h'(z)} \prec p\frac{1+Az}{1+Bz}, \quad h \in CV_n{}^p(\beta) \text{ and } g \in QCV_n{}^p(\alpha,\beta).$$

Corollary 2.6. If $g \in T_n{}^1(1,\beta,A,B) = QCV_n{}^1(\alpha,\beta)$ then we have

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} k^2 b_k \leq \frac{n(1-\alpha)+1-\beta}{n+1-\beta}, \quad \alpha = p\frac{1-A}{1-B},$$

$-1 \leq B < A \leq 1$.

Corollary 2.7. If $g \in T_n{}^1(1,0,A,B) = QCV_n{}^1(\alpha,0)$ then we have

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} k^2 b_k \leq \frac{n(1-\alpha)+1}{n+1}, \quad \alpha = p\frac{1-A}{1-B}, \quad -1 \leq B < A \leq 1.$$

Corollary 2.8. If $g \in T_n{}^1(1,0,1,-1) = QCV_n{}^1(0,0)$ then we have

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} k^2 b_k \leq 1$$

(Altıntaş and Aydoğan, in press: Corollary 2.5 for q=1).

Notes:

i.

$$g \in CCV_n{}^p(\beta,A,B) \Rightarrow \frac{g'(z)}{h'(z)} = \frac{zg'(z)}{zh'(z)} = \frac{zg'(z)}{s(z)} \prec p\frac{1+Az}{1+Bz}$$

and

$$h \in CV_n{}^p(\beta) \Rightarrow zh'(z) = s(z) \in ST_n{}^p(\beta).$$

Hence

$$g(z) \in CCV_n{}^p(\beta,A,B) \Rightarrow zg'(z) \in CST_n{}^p(\beta,A,B).$$

ii.

$$g \in QCV_n{}^p(\beta, A, B) \Rightarrow \frac{\left(zg'(z)\right)'}{h'(z)} = \frac{z\left(zg'(z)\right)'}{zh'(z)} = \frac{z\left(zg'(z)\right)'}{s(z)} \prec p\frac{1+Az}{1+Bz}$$

and

$$h(z) \in CV_n{}^p(\beta) \Rightarrow zh'(z) = s(z) \in ST_n{}^p(\beta).$$

Hence

$$g(z) \in QCV_n{}^p(\beta, A, B) \Rightarrow zg'(z) \in QST_n{}^p(\beta, A, B).$$

Theorem 2.2. If $g \in T_n{}^p(\lambda, \beta, A, B)$ then we have

$$\left||g(z)| - |z|^p\right| \leq \frac{p[1+\lambda(p-1)-\alpha] + \alpha\frac{p(p-\beta)}{n+p-\beta}}{(n+p)[1+\lambda(n+p-1)]}\,|z|^{n+p} \tag{2.7}$$

and

$$\left||g'(z)| - |z|^{p-1}\right| \leq \frac{p[1+\lambda(p-1)-\alpha] + \alpha\frac{p(p-\beta)}{n+p-\beta}}{1+\lambda(n+p-1)}\,|z|^{n+p-1} \tag{2.8}$$

Proof. From in Theorem 1.2 relation (2.3) we get

$$(n+p)[1+\lambda(n+p-1)]\sum_{k=n+p}^{\infty} b_k \leq p[1+\lambda(p-1)-\alpha] + \alpha\frac{p(p-\beta)}{n+p-\beta}$$

$$\sum_{k=n+p}^{\infty} b_k \leq \frac{p[1+\lambda(p-1)-\alpha]+\alpha\frac{p(p-\beta)}{n+p-\beta}}{(n+p)[1+\lambda(n+p-1)]} = A \qquad (2.9)$$

$$g(z) = z^p - \sum_{k=n+p}^{\infty} b_k z^k \qquad (2.10)$$

$$\left||g(z)| - |z|^p\right| \leq \sum_{k=n+p}^{\infty} b_k |z|^k$$

and using (2.8) and (2.9) we obtain (2.7).

Similarly from (2.3) we have

$$[1+\lambda(n+p-1)] \sum_{k=n+p}^{\infty} k b_k \leq p[1+\lambda(p-1)-\alpha]+\alpha\frac{p(p-\beta)}{n+p-\beta}$$

$$\sum_{k=n+p}^{\infty} k b_k \leq \frac{p[1+\lambda(p-1)-\alpha]+\alpha\frac{p(p-\beta)}{n+p-\beta}}{1+\lambda(n+p-1)} \qquad (2.11)$$

$$g'(z) = pz^{p-1} - \sum_{k=n+p}^{\infty} k z^{k-1} \qquad (2.12)$$

and

$$\left||g'(z)| - p|z|^{p-1}\right| \leq \sum_{k=n+p}^{\infty} k b_k |z|^{k-1} \qquad (2.13)$$

and using (2.11) and (2.13) we obtain (2.8).

The bounds in Theorem 2.2 are sharp for the function

$$g(z) = z^p - Az^{n+p}$$

where A is in (2.9).

Theorem 2.3. If $f \in K_n{}^p(\lambda, \beta, \mu, m, A, B)$ then we have

$$\sum_{k=n+p}^{\infty} a_k \leq \frac{p[1+\lambda(p-1)-\alpha]+\alpha\frac{p(p-\beta)}{n+p-\beta}}{(n+p)[1+\lambda(n+p-1)]} \cdot \frac{\prod_{j=0}^{m-1}(\mu+j+p)}{\prod_{j=0}^{m-1}(\mu+j+k)} = B \tag{2.14}$$

Proof. From Lemma 2.2 we have

$$a_k = \frac{\prod_{j=0}^{m-1}(\mu+j+p)}{\prod_{j=0}^{m-1}(\mu+j+k)}\, b_k$$

and

$$\sum_{k=n+p}^{\infty} a_k = \frac{\prod_{j=0}^{m-1}(\mu+j+p)}{\prod_{j=0}^{m-1}(\mu+j+k)} \sum_{k=n+p}^{\infty} b_k \,.$$

Using (2.9) we obtain (2.14).

From Theorem 2.3 we have many corollaries for the special values of the parameters.

The result (2.14) is sharp for the function

$$f(z) = z^p - Bz^{n+p}$$

where B is in (2.14).

REFERENCES

Altıntaş O (2010a). An application on differential subordination. Int. Conference on Mathematical Sciences, AIP Conference Proceeding, 1309, pp. 939-945.

Altıntaş O (2010b). Certain applications on subordination associated with neighborhoods. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, Vol. 39 (4), 527-534.

Altıntaş O and et al. (2004). Neighborhoods of a certain family of multivalent functions with negative coefficients. *Computers and Mathematics with applications*, 43, 1667-1672.

Altıntaş O, Özkan Ö (2012). Neighborhoods of a class of analytic functions defined by using a differential equation. AIP Conference Proceeding, 1479, 393-396.

Altıntaş O, Kılıç Ö.Ö (2019). Coefficient estimates for a class containing quasi-convex functions. *Turkish Journal of Mathematics*, 42-5: 2819-2825.

Altıntaş O, Aydoğan M (in press). Coefficient estimates for a class of quasi-convex functions. *Turkish Journal of Mathematics*.

Dziubinski I (1972). Quasi-starlike functions. *Ann. Polon. Math.*, 26, p.175-197.

Goodman A.W (1983). Univalent Functions Vol I-Vol II, Mariner Publishing, Tampa, Florida.

Noor K.I (1987). On quasi-convex functions and related topics. *Int. J. Math. and Math. Sciences*, Vol.10, No.2, 241-258.

BIOSTATISTICS
BİYOİSTATİSTİK

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ARİTMETİK ORTALAMA MI EN KÜÇÜK KARELER ORTALAMASI MI?

Sıddık Keskin
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik AD. Tuşba-Van
skeskin@yyu.edu.tr

Öz: İstatistikte farklı ortalama tipleri bulunmaktadır. Bunlar içerisinde en yaygın kullanılanı Aritmetik ortalamadır. Ortalama denilince, Aritmetik ortalama anlaşılmakta olup, bu ortalama, herhangi bir model kullanılmadan, çalışmadan elde edilen orijinal değerlerin ortalamasıdır. Diğer yandan, alt gruplardaki gözlem sayılarının farklı olduğu denemelerde (dengesiz denemelerde) ve/ya kovaryans analizi modellerinde, En Küçük Kareler Ortalaması (EKKO) olarak da bilinen Düzeltilmiş (Adjusted) ortalama ön plana çıkmaktadır. Düzeltilmiş ortalama veya EKKO, bir doğrusal (lineer) modelden tahmin edilen ortalamaların, doğrusal kombinasyonu veya toplamı olarak tanımlanır. Diğer bir ifade ile bu ortalama kullanılan modelle ilişkilidir. Verilerde herhangi bir kayıp gözlem olmaması durumunda, diğer bir ifade ile grupların dengeli olması durumunda ortalama ile EKKO özdeştir. Ancak kayıp gözlemin olması durumunda (biyolojik çalışmalarda bu mümkündür) bu iki ortalama farklı değerler olarak bulunmaktadır. Bu nedenle çalışmada, EKKO incelenerek, aritmetik ortalamaya göre avantaj ve dezavantajlarına değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: EKKO, Düzeltilmiş ortalama, kovaryans analizi, dengesiz denemeler

Giriş

Bilimsel çalışmalarda, ilgilenilen özellikler bakımından raporlama yapmak veya bu özellikleri, ele alınan faktörün seviyelerinde karşılaştırmak üzere tanımlayıcı istatistiklere ihtiyaç duyulmaktadır. Tanımlayıcı istatistikler, merkezi eğilim ölçüleri (ortalamalar) ve değişim (varyasyon, dağılış) ölçüleri olmak üzere iki kısımda incelenir. Merkezi eğilim ölçüleri, veri setinde yer alan gözlemlerin veya rakamların tipik olarak merkez noktasını gösteren ölçülerdir. Bu ölçüler, genelde herhangi bir veri setinde (dağılımda) en çok tekrar eden değeri belirleyici nitelikte olup, dağılımın merkezi konumunu gösterir. Dolayısıyla merkezi eğilim ölçüleri denilince, verilerin etrafında bir küme oluşturduğu değerler anlaşılmaktadır. İstatistikte, araştırma sonuçlarının özetlenmesinde merkezi eğilim ölçüsü olarak (aritmetik) ortalama kullanılmaktadır. Ancak bazı durumlarda, En Küçük Kareler Ortalaması veya diğer adıyla Düzeltilmiş ortalama (Adjusted mean) da verilmektedir. Veri setini en iyi şekilde özetlemede, adı geçen bu iki ortalamadan hangisinin verilmesinin daha uygun olacağı konusunda belirsizlik olduğu söylenebilir. Bu nedenle çalışmada, En Küçük Kareler Ortalaması ve Aritmetik ortalama

incelenerek, En Küçük Kareler Ortalamasının aritmetik ortalamaya göre avantaj ve dezavantajlarına değinilmiştir.

1) Aritmetik Ortalama

Aritmetik ortalama, verilerin merkezi eğilimini belirlemek üzere kullanılan temel bir istatistik kavramdır. Ortalama denilince Aritmetik ortalama anlaşılır. Herhangi bir x özelliği veya değişkeni için örnekten hesaplanan Aritmetik ortalama "$\overline{X}$" ile gösterilir. Populasyonda ise "μ" (Yunanca mu) ile gösterilir. Aritmetik ortalamanın elde edilebilmesi için verilerin tümü toplanarak toplam gözlem sayısına bölünür (Keskin, 2019).

Herhangi bir rasgele X değişkeninin dağılımının kesikli olması durumunda, ortalama; X değerleri ile bu değerlere ait olasılıkların çarpımlarının toplamına eşittir. Diğer bir ifade ile değişkene ait olasılık değerleri ile ağırlıklandırılmış X değerlerinin toplamıdır. Buna göre ortalama; $\mu = \Sigma$ x P(x) olarak yazılır (Keskin, 2019). Sürekli bir rasgele x değişkeni için ise aritmetik ortalama beklenen değer olarak adlandırılır ve değişkenlerin değeri ile olasılıklarının çarpımının integralinin alınması ile elde edilir (Anonim, 2019a).

Aritmetik ortalama, bir veri setindeki tüm gözlemlerin almak istediği değeri belirtir. Bir cismin ağırlık merkezi veya bir terazinin denge noktası gibi düşünülebilir. Bu nedenle; bir veri setindeki gözlemlerin, Aritmetik ortalamadan sapmaları (farkları) toplamı daima sıfıra eşittir. Yani $\Sigma(X_i - \overline{X}) = 0$ dır.

2) En Küçük Kareler Ortalaması (EKKO)

Yaygın olarak SAS istatistik paket programında ifade edilen En Küçük Kareler Ortalaması (EKKO), ilgilenilen değişken bakımından, modele dahil edilen kovaryet değişkene veya değişkenlere göre grupların düzeltilmiş ortalaması yada Faktöriyel denemelerde alt gruplardaki gözlem sayılarının eşit olmadığı durumlarda, diğer bir ifade ile dengesiz (faktöriyel) denemelerde düzeltilmiş marjinal ortalama olarak bilinir. Dengesiz (faktöriyel) deneme düzenlerinde EKKO, alt gruplardaki dengesiz gözlem sayısına karşı düzeltme yapar (Anonim, 2019a). Diğer bir ifade ile farklı gözlem sayısı içeren alt gruplarda, her alt gruba aynı ağırlığı vererek ortalamaları tahmin eder.

Tek faktörlü deneme: Tek faktörlü denemelerde, aritmetik ortalama ve En Küçük Kareler Ortalamasının hesaplanması için Tablo 1' de verilen (hipotetik) değerlerin elde edildiği varsayılsın.

Tablo 1. Tek faktörlü denemeden elde edilen veriler

Dengeli gruplar			Dengesiz gruplar		
A	B	C	A	B	C
34	32	37	35	37	37
35	31	39	37	30	39
36	35	41		35	41
39	38	43			43
Σ: 36	Σ: 34	Σ: 40	Σ: 36	Σ: 34	Σ: 40

Tablo 1' deki verilere göre; dengeli ve dengesiz deneme düzenlerinde genel aritmetik ortalama ve En Küçük Kareler Ortalaması:

1) Dengeli gruplar için genel ortalama [Aritmetik ortalama] = (34 + 35 +…41+ 43) / 12 = 36.67

2) Dengeli gruplar için genel En Küçük Kareler Ortalaması [EKKO] = (36+34+40) /3 = 105 / 3 = 36.67

3) Dengesiz gruplar için genel ortalama [Aritmetik ortalama] = (35 + 37 +…+ 41+ 43) / 9 = 37.11

4) Dengesiz gruplar için genel En Küçük Kareler Ortalaması [EKKO] = (36+34+40) / 3 = 105 / 3 = 36.67

olarak bulunur. Dikkat edileceği üzere, dengeli deneme düzeninde her iki ortalama da aynı değer olarak bulunurken, dengesiz denemede aritmetik ortalama değişmiştir.

İki faktörlü deneme: Irk faktörünün iki seviyesi (Akkaraman, İvesi) ile Ana yaşı faktörünün 2 seviyesinin (2 ve 3 yaşlı) kuzularda doğum ağırlığı (kg) üzerine etkisini belirlemek üzere planlanan bir faktöriyel denemeden Tablo 2' de verilen (hipotetik) değerlerin elde edildiği varsayılsın.

Tablo 2. Kuzularda doğum ağırlığı (kg)

Irk	2 Yaşlı	3 Yaşlı
Akkaraman (1)	3.0 3.3 3.6	3.3 3.5
İvesi (2)	3.5 3.6	3.1 3.2 3.0
∑	17	16.1
Ortalama	3.40	3.22

Buna göre Aritmetik ortalama ve En Küçük Kareler Ortalamasının hesaplanması için aşağıdaki adımlar izlenir:

Tablo 1' de görüldüğü üzere alt gruplardaki gözlem (tekerrür) sayıları eşit değildir.

Aritmetik ortalamanın hesaplanması: 2 ve 3 yaşlı analardan doğan kuzuların doğum ağırlığı (aritmetik) ortalaması:

2 yaşlı analardan doğan kuzuların (aritmetik) ortalaması: $\overline{X} = \Sigma X /n = (3.0 + 3.3 + \ldots + 3.6)/5 = 3.40$

3 yaşlı analardan doğan kuzuların (aritmetik) ortalaması: $\overline{X} = \Sigma X /n = (3.3 + 3.5 + \ldots + 3.0)/5 = 3.22$

olarak hesaplanır.

En Küçük Kareler Ortalamasının hesaplanması: En Küçük Kareler Ortalamasının hesaplanması için birinci adımda, her alt grubun diğer bir ifade ile muamele kombinasyonunun ortalaması bulunur. Buna göre Tablo 3'te verilen alt grup ortalamaları elde edilir

Tablo 3. Alt grup (muamele kombinasyonu) ortalamaları

Irk	2 Yaşlı	3 Yaşlı
Akkaraman (1)	3.30	3.40
İvesi (2)	3.55	3.10

İkinci adımda; birinci adımda hesaplanan ortalamaların, ortalaması hesaplanarak, En Küçük Kareler Ortalamaları elde edilir. Buna göre:

2 yaşlı analardan doğan kuzuların doğum ağırlığı (kg) için En Küçük Kareler Ortalaması: (3.30 + 3.55) /2 = 3.425 olarak bulunurken, 3 yaşlı analardan doğan kuzuların doğum ağırlığı (kg) için En Küçük Kareler Ortalaması: (3.40 + 3.10) /2 = 3.25 olarak bulunur.

Düzeltilmiş ortalamalar, aynı zamanda En Küçük Kareler Ortalaması olarak da bilinir ve çoklu regresyon modelinden tahmin edilir. Tahmin için kullanılan eşitlik, faktör olarak adlandırılan kategorik değişkenleri ve kovaryet olarak adlandırılan sürekli değişkenleri içerir.

İki, üç ve dört yaşlı analardan doğan kuzularda, sütten kesim ağırlığı (SKA, kg) arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan bir denemeden elde edildiği varsayılan veriler Tablo 4' tedir. DA: Doğum ağırlığı (kg). Kuzularda doğum ağırlığı ve sütten kesim ağırlığına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 4. Kuzularda sütten kesim ağırlığı ve doğum ağırlığına ait veriler

Ana yaşı	DA (kg)	SKA (kg)	Ana yaşı	DA (kg)	SKA (kg)	Ana yaşı	DA (kg)	SKA (kg)
2	3.5	36	3	3.5	42	4	3.8	39
2	3.7	38	3	3.1	39	4	3.9	41
2	3.2	30	3	3.7	45	4	3.2	31
2	3.8	35	3	3.9	47	4	3.7	35
2	3.9	38	3	3.3	43	4	3.8	39
2	3.4	30	3	3.6	43			
2	3.4	32						
2	3.3	31						
2	3.6	29						
2	3.9	37						

Tablo 5'te görüldüğü üzere, sütten kesim ağırlığı bakımından Ana yaşı grupları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 5. Tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

	Yaş	N	Ort.	St. Hata	Min.	Mak.	p
DA	2	10	3.570	0.079	3.2	3.9	0.082
	3	6	4.017	0.217	3.3	4.7	
	4	4	3.650	0.156	3.2	3.9	
	Genel	20	3.720	0.089	3.2	4.7	
SKA	2	10	34.60	0.846	30	38	0.037
	3	6	40.33 a*	2.290	33	47	
	4	4	38.50 ab	2.217	33	43	
	Genel	20	37.10 b	1.044	30	47	

*: Farklı harfi alan yaş grupları arası fark önemlidir ($p<0.05$)

Sütten kesim ağırlığına doğum ağırlığının da etkili olabileceği düşünülerek, doğum ağırlığı kovaryet değişken olarak alınmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 6' da verilmiştir. Tablo 6' da görüldüğü üzere, Ana yaşına ilişkin katsayılardan 2 ve 3 yaş grubuna ait katsayılar istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 6. Doğum ağırlığı için tanımlayıcı istatistikler

	Yaş	N	r	R^2	b	St. hata	p	a	St hata	p
DA	2	10	0.912	0.831	9.768	1.556	0.001	-.273	5.568	0.962
	3	6	0.851	0.724	8.994	2.776	0.032	4.207	11.231	0.727
	4	4	0.943	0.889	13.448	3.361	0.057	-10.586	12.301	0.480

Buna göre, sütten kesim ağırlığı için düzeltilmiş ortalamalar, diğer bir ifade ile En küçük Kareler Ortalaması:

$\overline{Y}_{adj.j} = \overline{Y}_j - \beta_{wj}(\overline{X}_j - \overline{X}_{..})$ eşitliği ile;

$$\overline{Y}_{adj.j} = \overline{Y}_j - \beta_{wj}(\overline{X}_j - \overline{X}_{..}) = 34.60 - 9.768\ (3.570\text{-}3.720) = 36.06 \pm 0.671$$
$$= 40.33 - 8.994\ (4.017\text{-}\ 3.720) = 37.66 \pm 0.918$$
$$= 38.50 - 13.448\ (3.650\text{-}\ 3.720) = 39.44 \pm 1.016$$

olarak elde edilir. Dikkat edileceği üzere; 2 yaş grubunda aritmetik ortalama 34.60 olarak bulunurken, En Küçük Kareler Ortalaması 36.06 olarak bulunmuştur. 3 yaş grubunda ise 40.33 olarak bulunan aritmetik ortalama, En Küçük Kareler Ortalaması ile 37.66 olarak bulunmuştur. 4 yaş grubunda ise 38.50' den 39.44' e değişim olmuştur. Dengesiz faktöriyel düzenlerde, En Küçük Kareler Ortalamasının gerçeğe daha yakın tahminler verdiği varsayılmaktadır (Anonim, 2019b).

Sonuç

EKKO, doğrusal modelden tahmin edilen ortalamadır. Diğer bir ifade ile modelin yapısına göre alt grup ortalamalarına veya modeldeki diğer faktör ortalamalarına göre hesaplanan düzeltilmiş ortalamadır. Buna karşılık Aritmetik ortalama, herhangi bir model kullanılmadan, herhangi bir çalışmadan elde edilen orijinal rakamların ortalamasıdır. EKKO, modelde yer alan kovaryans terimine göre düzeltme yapar ve kayıp gözlemlere karşı Aritmetik ortalamaya göre daha az duyarlıdır.

Verilerde herhangi bir kayıp gözlem olmaması durumunda, yani gruplar dengeli ise ortalama ile EKKO özdeştir, diğer bir ifade ile her ikisi de aynı değer olarak bulunur. Veri setinde kayıp gözlem olması durumunda ki, biyolojik çalışmalarda bu mümkündür, EKKO tercih edilir. Zira EKKO, modeli yansıtır ve verilere daha iyi uygunluk gösterir. EKKO aynı zamanda modele kovaryans terimi dahil edildiğinde, yani ANCOVA kullanıldığında tercih edilir. ANCOVA kullanıldığında, EKKO, kovaryans terimine göre düzeltilmiş ortalama olarak bilinir.

Kaynaklar

Anonim (2019a) https://rcompanion.org/handbook/G_05.html, Erişim tarihi: 01.12.2019.

Anonim (2019b) https://help.xlstat.com/s/article/what-is-the-difference-between-ls-means-and-observed-means?language=en. Erişim tarihi: 01.12.2019.

Keskin, S (2019). İstatistikte Yaygın Kullanılan Ortalamalara Genel Bakış. Hasat uluslararası tarım ve orman kongresi (21-23 Haziran 2019, ankara, türkiye) 1289-1295. Hasat iternational agriculture and forest congress (21-23 June 2019, Ankara, Turkey). Editörler / Editors Doç. Dr. Nurhan KESKİN Doç. Dr. Halil DEMİR. 1289-1295.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

DEVELOPMENT NEW METHOD FOR RAPID AND DIRECT DETERMINATION OF SILVER

Halit Arslan[1] & Gulnara Mammadova[2]

[1.] Gazi University, Faculty of Sciences, Department of Chemistry, 06500 Ankara, Turkey
[2.] Gazi University, Institute of Sciences, Department of Chemistry, 06500Ankara, Turkey

Abstract: In this study, a selective, simple and sensitive method was developed using pencil graphite electrodes (PGE) for rapid and direct determination of trace Silver by square wave anodic stripping voltammetry (SWASV). Optimum working conditions, 0.1 M BR buffer solution with pH 4 as the support electrolyte, accumulation potential -0.2 V and the accumulation time was found 120 s. The linear working range was 7.575×10^{-10} M - 1.00×10^{-4} M. Limit of detection (LOD) and limit of quantity (LOQ) were 2.273×10^{-10} M, 7.575×10^{-10} M respectively. Interference effects of different cations (Ba^{2+}, Al^{3+}, Mg^{2+}, Fe^{3+}, Zn^{2+}, Cr^{3+}, Ni^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}, Cd^{2+}, Hg^{2+}, Pb^{2+}) on current response of silver ions were investigated. The high sensitivity, selectivity and stability of this method also demonstrated its practical utility for simple, rapid and economical determination of Silver.

Keywords: square wave anodic stripping voltammetry, silver, pencil graphite electrode, direct determination

1. Introduction

Silver is one of the most valuable resource and a hazardous waste. The uses of silver and silver ions can be counted in some cleaning agents, mirror making, ornaments and jewelry making due to its photo industry, electronics industry, medicine, dentistry and antiseptic properties [1]. Qualitative and quantitative determination of silver, which has so many uses, is also very important. Determination of silver ions have common methods as atomic absorption spectrometry (AAS) [2], electro thermal atomic absorption spectrometry (ETAAS) [3], inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) [4], inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICPAES) [5], fluorescence spectrometry [6], ion chromatography [7], and different electrochemical methods [8–10].

Among these, electrochemical methods have been an attractive due to the advantages of low cost of instrumentation and operation, high sensitivity, experimental simplicity, low sample volume and on-site monitoring [11–29]. Anodic stripping voltammetry (ASV) is a well-

known analytical technique which is suitable for determination of trace metals due to its remarkable sensitivity, experimental simplicity, low equipment. When the previous voltammetric studies for silver are examined, it is seen that in most studies, the electrode is modified by coating, it is subjected to a pretreatment.

2. Experimental

In this study, CHI 1230B model electrochemical analyzer was used. Three electrode systems consisting of pencil graphite electrode as working electrode, platinum wire electrode as counter electrode and Ag/AgCl (3M NaCl) as reference electrode were used as the study electrode. The solutions used in the experiment were prepared using deionized water from the analytical purity salts of the respective chemicals.

Firstly, voltammetric properties of Ag^+ were examined by using cyclic voltammetry technique. The most suitable working condition for the study; support electrolyte, working electrode, working potential, deposition potential and deposition time were determined. The interference effects of some ions were investigated for Ag^+. Qualitative determination of Ag^+ was performed by cyclic voltammetry. Quantitative determination was performed by square wave anodic stripping voltammetry. Synthetic sample containing silver and interfering ions was prepared. Silver in the synthetic sample was determined by standard addition method.

3. Results and discussion

3.1 Voltammetric behavior of silver(I) at PGE

Cyclic voltammetry of silver (I) was taken for the qualitative measurement of the silver. Cathodic peak at 0.070 V and anodic peak at 0.268 V were observed (Figure 1). Quantitative analysis of silver(I) was done with square wave anodic stripping voltammetry using this peak because the anodic peak is larger (Figure 1).

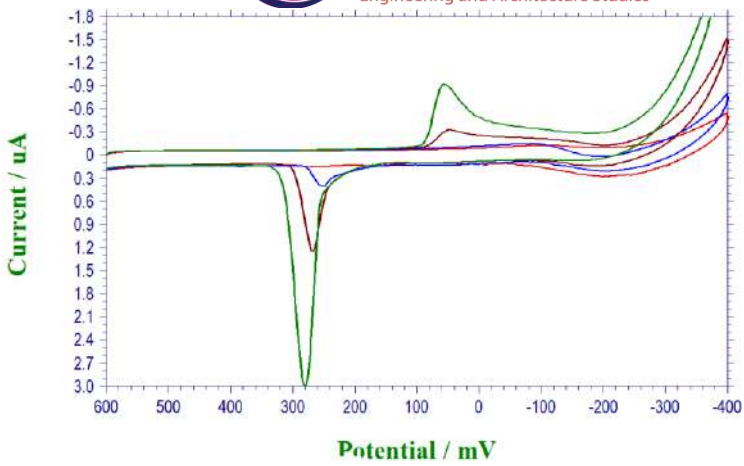


Figure 1. Cyclic voltammogram of silver (I) in phosphate buffer medium using a PG electrode.
1. 10 mL pH=6 BR buffer solution
2. 1+0.050 mL 1×10^{-3} M Ag(I)
3. 2+0.150 mL 1×10^{-3} M Ag(I)
4. 3+0.250 mL 1×10^{-3} M Ag(I)

3.2 Effect of supporting electrode

A series of studies were performed to determine the optimal supporting electrolyte. Voltammograms of 9.90×10^{-8}M Silver(I) ion by SWASV were taken in the supporting electrolytes of HNO_3, BR buffer, Acetic acid/Acetate buffer, NH_3/NH_4Cl buffer and $NaNO_3$.The results are shown in the figure 2. As can be seen from the figure 2, the highest peak current for Ag was obtained in the BR buffer solution.

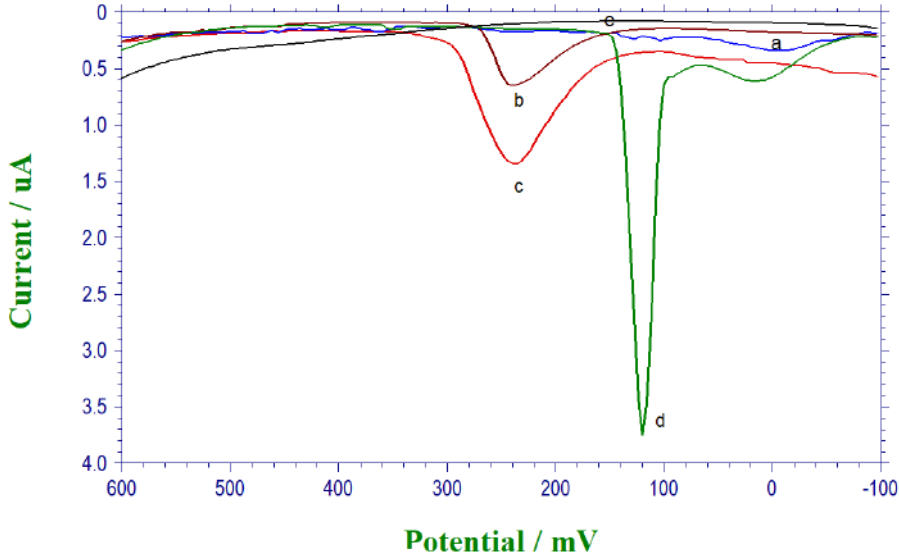


Figure 2: SWAS Voltammogram of 9.90×10^{-8} M Ag^{+} with SWASV in different supporting electrolytes. **a:**Acetic acid/Acetate buffer **b:** HNO_3, **c:** $NaNO_3$, **d:**BR.**e:**NH_3/NH_4Cl

3.3 Effect of pH

The pH can greatly affect the voltammetric reduction or oxidation parameters of an ion.The effect of pH on the determination of silver by SWASV in BR buffer was investigated in a wide range (pH 2.0 - 10.0). The pH effect on the anodic peak current of the PG electrode is shown in Figure 3. The figure 3 shows that silver gives the highest oxidation peak at pH = 4.0. pH 4.0 was used in all measurements.

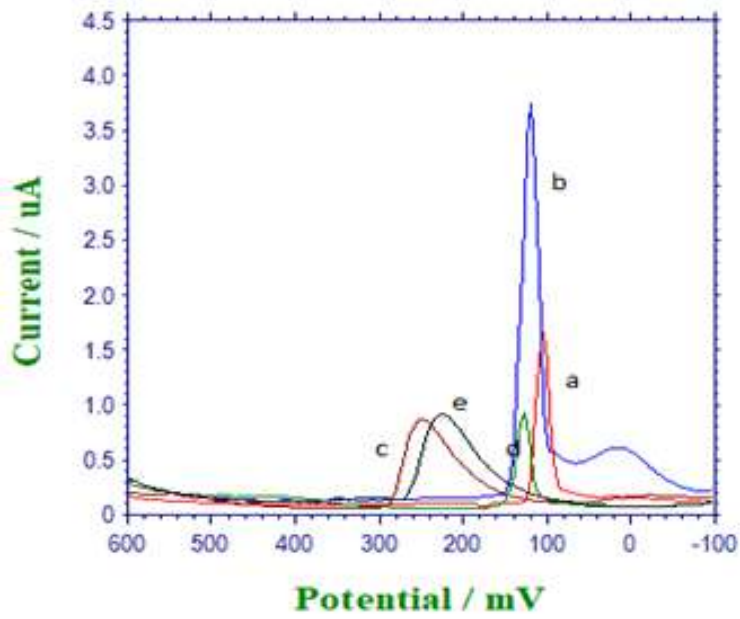


Figure 3: Effect of pH on the anodic peak of 9.90 × 10^{-8} M Ag^{+} in BR buffer. **a:**pH=2 BR buffer solution, **b:** pH=4, **c:** pH=6, **d:** pH=8, **e:** pH=10

3.4 Effect of Accumulation potential

The effect of deposition potential on the peak current of Ag was investigated in the range of -0.6 to -0.1 V (Figure 4). The more negative deposition potential, the more silver (I) ions are reduced and the oxidation peak current increases. When the accumulation potential changes in a negative direction, the oxidation peak current of silver will increase, but the oxidation peak currents of other species will also increase. The increase in anodic peaks of other species becomes particularly important at low concentrations. Therefore, optimum accumulation potential was taken as -0.2 V.

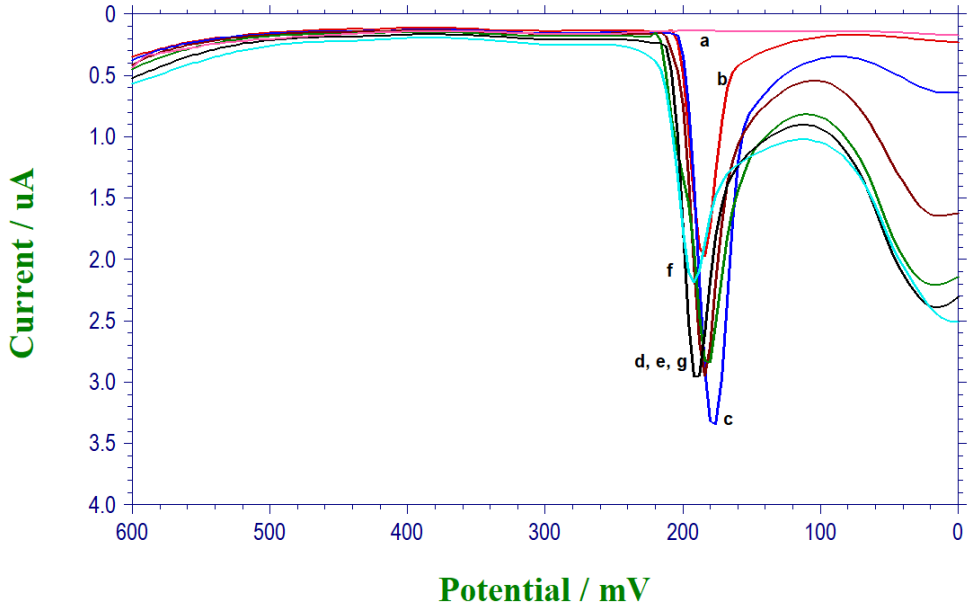


Figure 4. SWASVoltammograms of 1.0×10^{-5} M Ag at different accumulation potentials in 10 mL pH = 4 BR buffer.**a:**10 mL pH = 4 BR buffer **b:** -0.6 V, **c:** -0.5 V, **d:** -0.4 V, **e:** -0.3 V, **f:** -0.2 V, **g:** -0.1 V.

3.5 Effect of Accumulation time

Accumulation time is the most important factor in determining the limit of detection in stripping voltammetric analysis. At the same deposition potential, a longer deposition time will lead to further reduction of Ag^+, thus leading to a higher oxidation current. Experiments were performed with deposition times different than 60 -300 s (Figure 5). However, since the high accumulation time at low concentrations increases peak currents in other ions that may be present in the environment, 120 s was chosen as the accumulation time.

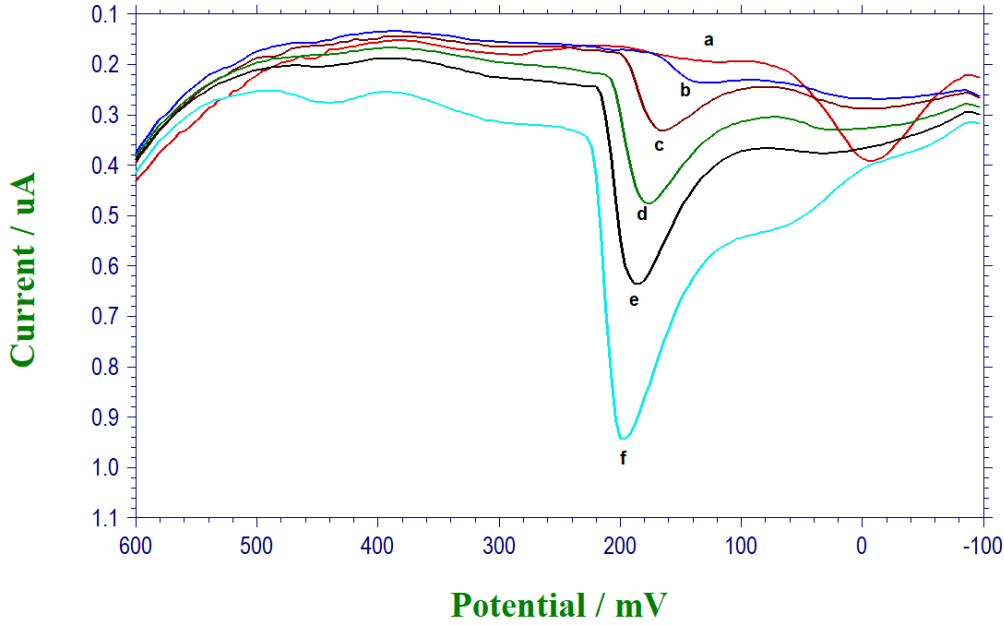


Figure 5: SWAS Voltammograms of 1.0×10^{-5} M Ag^{+} at different accumulation time. **a:**10 mL pH = 4 BR buffer. **b:** 60 s, **c:**120 s, **d:** 180 s, **e:** 240 s, **f:** 300 s.

3.6 Interferences

Interference effects of different cations (Ba^{2+}, Al^{3+}, Mg^{2+}, Fe^{3+}, Zn^{2+}, Cr^{3+}, Ni^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}, Cd^{2+}, Hg^{2+}, Pb^{2+}) on current response of silver ions were investigated.It was observed that the solutions of other ions up to 1×10^{-3} M except copper did not affect the silver determination. Copper did not affect the determination of silver at concentrations less than 1×10^{-5} M.

3.7 Calibration graph

Calibration graph was drawn for Ag determination, using pH = 4 BR buffer, 120s deposition time, -0.20 V deposition potential and anodic peak observed at 0.160 V. (Figure 6).

The linear operating range of the method was quite wide. The LOD and LOQ values were found 2.273×10^{-10} M and 7.575×10^{-10} M, respectively.

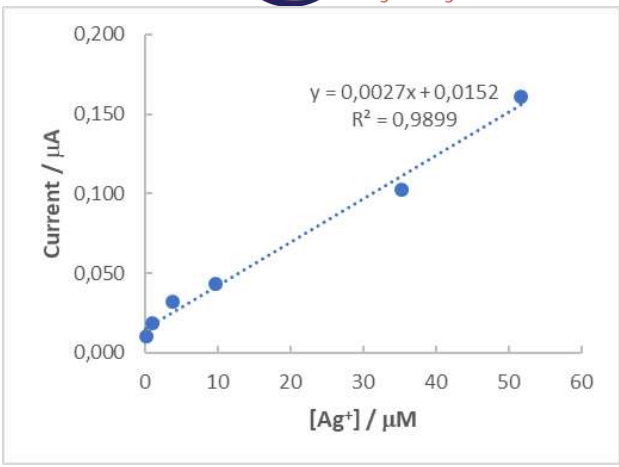


Figure 6. Calibration curve for determination of Ag(I) at a PGE by SWASV.

3.8 Determination of Ag^+ in synthetic samples by SWASV

For the quantitative determination of silver, a synthetic sample containing silver ion and Ba^{2+}, Al^{3+}, Mg^{2+}, Fe^{3+}, Zn^{2+}, Cr^{3+}, Ni^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}, Cd^{2+}, Hg^{2+}, Pb^{2+} ions were prepared.The silver in the prepared sample was determined using pH = 4 BR buffer, 120 seconds deposition time, -0.20 V deposition potential and anodic peak at 0.160 V, which were determined as the most suitable conditions (Figure 7). The Ag assay was performed by standard addition method. As a result, 1.85×10^{-8} M silver in the synthetic sample was found to be $(1.51\pm0.219)\times10^{-8}$ M at 90% confidence level (N=3) and with %-17.08 relative error.

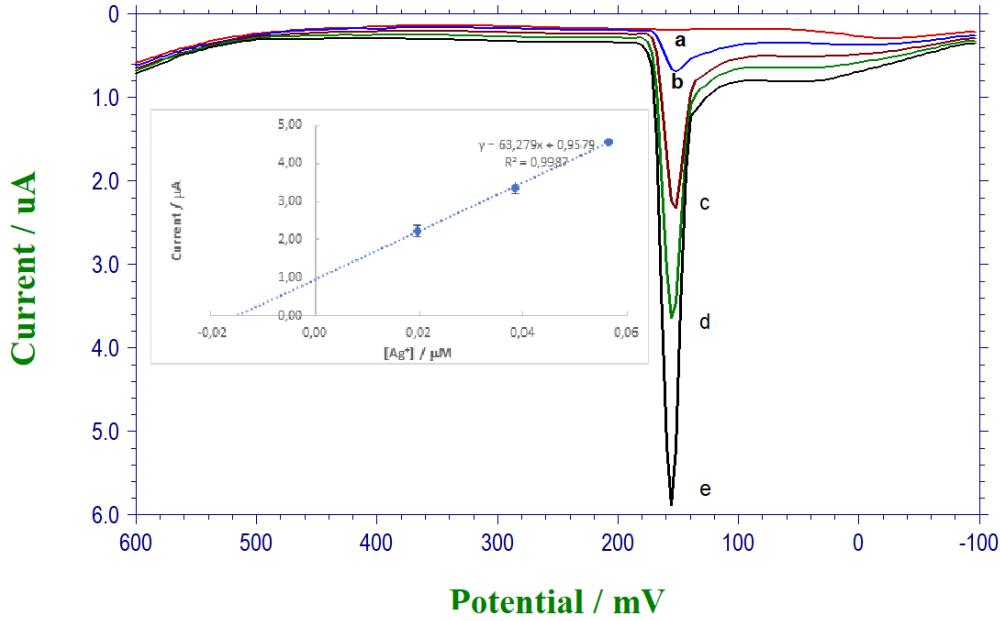


Figure 7. Standard addition graph for determination of Ag(I) at a PGE by SWASV.
a: 10 mL pH=4 BR buffer, **b:** a+synthetic sample (containing Ag^+), **c:** b+0.2 mL 1×10^{-6} M Ag^+**d:**c+0.2 mL 1×10^{-6} M Ag^+, **e:** d+0.2 mL 1×10^{-6} M Ag^+

4. Conclusions

In this study, a low cost and high precision method has been developed for direct determination of very low amounts of silver by using square wave anodic stripping voltammetry and pen graphite electrode. The linear working range of the method was quite wide. The direct use of the pencil graphite electrode without any process for silver detection has reduced costs, reducing both time and the use of extra chemicals.

References

[1] P.D. Howe, S. Dobson, Silver and silver compounds: environmental aspects, WorldHealth Organization, 2002.x"
[2] E. Kazemi, A. Haji Shabani, S. Dadfarnia, Microchim. Acta 182 (2015) 1025.
[3] M. Ghanei-Motlagh, M. Fayazi, M.A. Taher, A. Jalalinejad, Chem. Eng. J. 290 (2016)53.
[4] K. Ndung'u, M.A. Ranville, R.P. Franks, A.R. Flegal, Mar. Chem. 98 (2006) 109.

[5] M. Shamsipur, O. Reza Hashemi, M. Salavati-Niasari, Sep. Sci. Technol. 42 (2007)567.
[6] J.-L. Chen, C.-Q. Zhu, Anal. Chim. Acta 546 (2005) 147.
[7] P. Jones, H.G. Beere, Anal. Proc. Incl. Anal. Commun. 32 (1995) 169.
[8] A. Mohadesi, M.A. Taher, Talanta 71 (2007) 615.
[9] G.H. Rounaghi, I. Razavipanah, M.H. Vakili-Zarc, M. Ghanei-Motlagh, M.R. Salavati, J.Mol. Liq. (2015).
[10] Z. Yan, Y. Lu, H. Wang, S. Wu, B. Zhao, J. Mol. Liq. 183 (2013) 72.
[11] Q. Liu, F. Wang, Y. Qiao, S. Zhang, B. Ye, Electrochim. Acta 55 (2010) 1795.
[12] V.K. Gupta, R. Prasad, A. Kumar, Talanta 60 (2003) 149.
[13] V.K. Gupta, B. Sethi, R.A. Sharma, S. Agarwal, A. Bharti, J. Mol. Liq. 177 (2013) 114.
[14] S.M.J.M. Kermani, M. Ghanei-Motlagh, R. Zhiani, M.A. Taher, M. Fayazi, I.Razavipanah, J. Mol. Liq. 206 (2015) 145.
[15] V.K. Gupta, S. Jain, U. Khurana, Electroanalysis 9 (1997) 478.
[16] V.K. Gupta, A.K. Jain, G. Maheshwari, H. Lang, Z. Ishtaiwi, Sensors Actuators B Chem.117 (2006) 99.
[17] V.K. Gupta, A.K. Jain, P. Kumar, Sensors Actuators B Chem. 120 (2006) 259.
[18] V.K. Gupta, A.K. Jain, P. Kumar, S. Agarwal, G. Maheshwari, Sensors Actuators BChem. 113 (2006) 182.
[19] V.K. Gupta, A.K. Singh, S. Mehtab, B. Gupta, Anal. Chim. Acta 566 (2006) 5.
[20] V.K. Gupta, A.K. Singh, M. Al Khayat, B. Gupta, Anal. Chim. Acta 590 (2007) 81.
[21] V.K. Gupta, S. Chandra, H. Lang, Talanta 66 (2005) 575.
[22] A.K. Jain, V.K. Gupta, U. Khurana, L.P. Singh, Electroanalysis 9 (1997) 857.
[23] V.K. Gupta, S. Jain, S. Chandra, Anal. Chim. Acta 486 (2003) 199.
[24] S.K. Srivastava, V.K. Gupta, S. Jain, Anal. Chem. 68 (1996) 1272.
[25] V.K. Gupta, A.K. Jain, L.P. Singh, U. Khurana, Anal. Chim. Acta 355 (1997) 33.
[26] V.K. Gupta, R. Prasad, P. Kumar, R. Mangla, Anal. Chim. Acta 420 (2000) 19.
[28] V.K. Gupta, R. Mangla, U. Khurana, P. Kumar, Electroanalysis 11 (1999) 573.
[29] V.K. Gupta, L.P. Singh, R. Singh, N. Upadhyay, S.P. Kaur, B. Sethi, J. Mol. Liq. 174(2012) 11.

AGRICULTURE
ZİRAAT

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

KOCAELİ KARTEPE İLÇESİNDE DOĞADAN TOPLANAN MEYVELER VE MEYVELERİN DEĞERLENDİRİLME YÖNTEMLERİ

Evaluation of Natural or Cultivated Fruits in Kocaeli Kartepe

Melekber Sülüşoğlu Durul & Bahar Aydın Can

[1]*Kocaeli Üniversitesi Arslanbey MYO, Kartepe-Kocaeli*
meleksl@kocaeli.edu.tr & baharcan@kocaeli.edu.tr

Öz: Kartepe İlçesi Kocaeli merkeze 16 km uzaklıkta, 32 mahalleden oluşan bir yerleşim birimidir. 269 km^2 yüzölçümüne sahip ilçede Sapanca Gölü, İzmit Körfezi, Samanlı Dağları etkisi ile farklı iklim özellikleri ortaya çıkmaktadır. Yıllık ortalama yağış 750-800 mm arasında değişmekte olup, en soğuk ay ortalaması 5.7 C, en sıcak ay ortalaması ise 23.5 C'dir. Yörede geniş ormanlık alanlar bulunmaktadır. Bitki örtüsü içinde meyve çeşitliliği çok fazladır. Bu çalışmada 16 mahalle ve 7 köyde odak grup çalışmaları yapılmış, 61 meyve üreticisi ile yüz yüze görüşülmüştür. 13 yerleşimde doğada yetişen yabani meyvelerin toplandığı belirlenmiştir. Kestane yabani olarak ormanlık alanlarda çok yaygındır ve toplanan meyvelerin başında kestane gelmektedir. Yerel pazarlarda iyi fiyata alıcı bulmaktadır. Diğer önemli yabani meyveler ise muşmula, kocayemiş ve yabani eriklerdir. Bölgede elma, armut, ayva, erik, kiraz ve ceviz yetişmektedir. Tüm meyveler taze olarak pazarlanmaktadır. Elma, armut ve ayva uzun süre depolanabilmektedir. Meyvelerden marmelat ve reçel yapılmaktadır. Elmadan cevizli sucuk yapılmaktadır. Elma, ayva, erik ve kızılcık meyvelerinden pestil yapılmaktadır. Şirinsulhiye'de çiri adı verilen elma kurutma yaygındır.. Eşme'de elmadan sirke üretilmektedir.
Anahtar Kelimeler: Yabani meyve, doğal ürün, üvez, muşmula, kestane, kocayemiş

Abstract: Kartepe is a district consisting of 32 settlements, 16 km away from the center of Kocaeli. It has a 269 km^2 area surrounded with Sapanca Lake, Izmit Gulf, Samanli Mountains. It has a favorable climatic conditions with the the effect of lake and mountains. The average annual rainfall varies between 750-800 mm, the coldest month average is 5.7 C°, the hottest month average is 23.5 C°. There are large forest areas in the region. The variety of wild fruits in the forest vegetation is very high. In this study, focus group studies were conducted in 16 settlements and 7 villages of district and were made face to face interviewed with 61 fruit producers. It was determined that wild fruits grown in nature were collected in 13 settlements. Wild chestnuts are very common in forest area and chestnut is the most popular wild fruit. Local buyers find good price. Other important wild fruits are medlar, arbutus and wild plums. Apple, pear, quince, plum, cherry and walnut are grown in the region. All fruits are marketed as fresh. Apple, pear and quince can be stored for a long time. Marmalade and jam are made from fruits. Sausage with walnut is made from apple too. Apple, quince, plum and cranberry fruit pulp is made as pestil. The apples are dried in Şirinsulhiye,. The local name of dried apple is "çiri". Apple cider vinegar is produced in Eşme settlement.
Keywords: Wild fruit, natural product, mountain ash, medlar, chestnut, arbutus

1.GİRİŞ

Kartepe İlçesi Kocaeli İlinin 12 ilçesinden biridir. Başlıca tarımsal geçim kaynağı meyvecilik olan ilçe Doğuda Sapanca Gölü ve Sakarya, güneyde ve güneydoğuda Kartepe Dağını içine alacak şekilde Sakarya sınırı, güneybatıda ve güneyde Başiskele ilçesi, kuzeyde İzmit İlçesi ile komşudur. İzmit Körfezi ve Sapanca Gölü iklim koşullarını doğrudan etkileyen su kaynaklarıdır. Yüz ölçümü 269 km², topoğrafik eğim Kocaeli kuzeyine göre daha diktir. En yüksek noktası Kartepe olup, rakımı 1602 m'dir. 130 km uzunluk ve 30 km genişliğindeki Samanlı Dağları Kartepe İlçesi sınırlarındadır ve verimli ormanlarla kaplıdır (https://www.kartepe.bel.tr/idet/218/1439/ilcemiz).

32 mahalleden oluşan ilçede 2012 yılında çıkan 6360 Sayılı Kanun ile birlikte sınırları il mülki sınırları ile eşitlenen yeni büyükşehir belediyeleri kurulurken, Eşme Ahmediye, Avluburun, Karatepe, Ketenciler, Nusretiye, Pazarçayırı, Serinlik, Sultaniye ve Şirinsulhiye köylerinin tüzel kişilikleri kaldırılmış ve tek mahalle olarak büyükşehre bağlanmıştır. Mahallelerden bir kısmında ad değişiklikleri yapılmıştır. Köylerin mahalle statüsüne geçirilmesinden sonra tarımsal üretimde azalma daha hızlı gerçekleşmiştir.

Kartepe İlçesi Kocaeli ilçeleri arasında meyve yetiştiriciliği önemli olan bir ilçedir. Ağırlıklı olarak elma, armut, ayva, kiraz, erik ve ceviz yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kestane doğadan toplanan meyvelerin başındadır. Fındık, karayemiş, kocayemiş, muşmula, üvez doğadan toplanan diğer meyvelerdir. Yağışlı, ılıman iklim, soğuk ve karlı iklim, kurak ve sıcak iklim koşulları ilçenin farklı yerleşimlerinde doğal ürünlerin yetişmesinde tür zenginliğine neden olmuştur. Farklı coğrafyalardan, farklı bilgi birikimi ve kültürlere sahip insanlarla bu doğal zenginlikler bir araya geldiğinde değerlendirme çeşitliliği de artmıştır. Burada sunulan çalışmada Kartepe İlçesi yerleşimlerinde Cumhuriyet döneminden günümüze yetiştiriciliği yapılan meyve türleri ve doğadan toplanan doğal meyveler ele alınmıştır. Ayrıca yöre açısından kültürel zenginlik oluşturan bazı değerlendirme şekillerine değinilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışma 2012 yılında Kartepe ilçesinde yürütülmüştür. Meyve üretimi yapılan, doğadan meyve toplamanın olduğu, toplam 16 mahalle ve 7 köyü kapsayacak şekilde odak grup çalışmaları yapılmış, 61'i meyve üreticisi toplam 80 kişi ile görüşülmüştür. Çalışmaların bir arada gerçekleştirildiği ve çok benzerlik gösterdiği Rahmiye ve Arslanbey, Körfez ve Marmara ile Uzuntarla ve Yeşiltepe Mahallelerinin sonuçları bir arada değerlendirilerek, 19 grup çalışması yapılmıştır. Yöredeki meyve yetiştiriciliğinin potansiyeli, doğal meyve varlığının durumu, meyvelerin

değerlendirilme şekilleri, geçmişten günümüze değerlendirme şeklinde oluşan değişimler, doğal ürünlerin doğadaki verim ve kalite değişimleri değerlendirilmiş, sorunlar ve çözüm önerileri ele alınmıştır. Çalışmalarda katılımcıların konu ile ilgili verdiği puanlar toplanarak grup toplam puanı elde edilmiştir. Grupların toplam puanı da katılımcı sayısına bölünerek ortalama grup puanı hesaplanmıştır. 19 gruptan alınan puanların ortalaması alınarak genel durum ortaya konmuştur. Çalışmada 1 en düşük, 10 en yüksek puan olarak değerlendirilmiştir. Meyvelerin değerlendirme şekilleri her grupta var veya yok olarak belirlenmiş, grup geneli için % olarak hesaplanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Kartepe İlçesinde Meyve Yetiştiriciliğinin Durumu

Kartepe İlçesinde meyve yetiştiriciliği çok eskilere dayanmaktadır. Kafkasya ve Balkanlardan gelen ilk göçmenler elma ve armut yetiştirmeye başlamıştır. Kartepe İlçesi Kocaeli İlçeleri arasında meyve üretiminde alan olarak 4. sırada yer almaktadır (Şekil 1). Bitkisel üretim içinde meyvecilik alanları en büyük paya sahiptir (Şekil 2). Kartepe gerek istatistiksel verilere göre, gerek grup çalışmalarına göre meyveciliğin önemli olduğu bir ilçedir (Şekil 1 ve Tablo 1). Kartepe yöresinde meyve yetiştiriciliğinin durumunu değerlendiren katılımcılar 8.8 puan vererek, önemini belirtmişlerdir. Bölgenin meyvecilik için çok uygun olduğunu, meyveciliğin bilinçli olarak yapıldığını söylemişlerdir.

Doğadan toplanan meyve türlerini de önemli bulan katılımcıların grup puanı 8.0 olmuştur. İlçenin meyve yetiştiriciliği için ideal arazi ve iklim şartlarını taşıdığı konusunda bütün katılımcılar fikir birliğine varmaktadır. Ancak son yıllarda sanayi kaynaklı çevre kirliliği, arazilerin sanayi alanı veya yerleşim yeri olarak kaybedilmesi verilen puanı 10'un altına düşürmüştür. Yine de bir çok kişi için meyvecilik vazgeçilmeyecek bir faaliyet alanıdır.

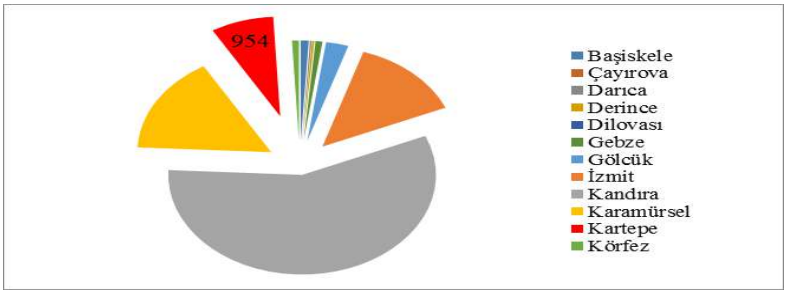
İlçede elma, armut, kiraz, ayva ve ceviz yetiştiriciliği yaygındır. Eşme ayva, Avluburun ve Balaban kiraz, Maşukiye elma, Suadiye armut üretimi ile öne çıkmaktadır. Derbent'de fındık üretimi vardır. Uzuntarla, Maşukiye, Eşme ceviz üretiminin yapıldığı başlıca yerlerdir.

Yeni yeni yetiştiriciliği başlayan ürünler nar ve trabzon hurmasıdır (Karatepe). Vişne ve şeftali bölgedeki ekolojik koşullar nedeni ile uzun süre yaşamadığından yetiştiriciliği devam ettirilememektedir.

Kartepe'de geçmişte dut yetiştiriciliği ve bağ alanları önemli yere sahipken, günümüzde neredeyse kalmamıştır. Özellikle Karatepe ve Yeşiltepe civarında eskiden kalan ağaçlara rastlanmaktadır.

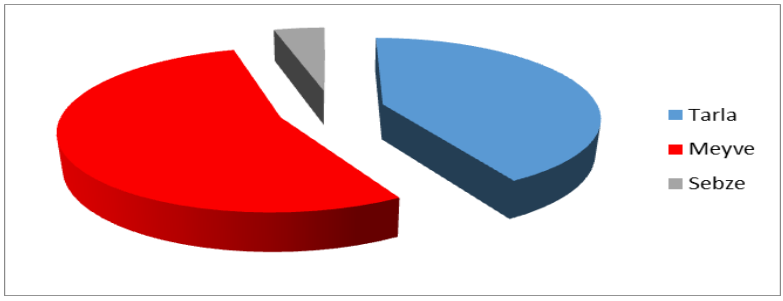
3.2. Doğadan Toplanan Meyveler

Doğadan toplanan ürünlerde en fazla gelir getiren tür kestane olup; Suadiye, Arslanbey, Maşukiye, Derbent gibi Samanlı Dağlarına yakın yerleşimlerde, ormanlık alanlardaki kestanelerden toplama yapılmaktadır. Suadiye'de Kestanelik mahallesi 1915'lerde kurulan ve 1973 yılında sökülen kestane bahçelerinden adını almıştır. Kestane uzun yıllardan bu yana doğadan toplanan bir üründür, günümüzde ise kapama kestane bahçelerinin kurulması, mevcut ağaçların bakımının yapılarak iyileştirilmesi önem kazanmıştır.



Şekil 1. Kocaeli İlçelerinde Meyve Üretim Alanları

Kaynak: T.C. Kocaeli Valiliği İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 2018 Yılı Faaliyet Raporu



Şekil 2. Kartepe İlçesinde Bitkisel Üretim Deseni

Kaynak: T.C. Kocaeli Valiliği İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 2018 Yılı Faaliyet Raporu

Ormanlık alanda en fazla yetişen doğal türlerden biri yabani eriklerdir. Olgunlaştığında çok minik ve siyaha yakın mor renkli, ya da sarı renkli olan erikler toplanarak marmelat, komposto, pestil yapılmakta, çekirdeği ile kurutularak çerez olarak yenmektedir.

Karatepe, Pazarçayırı, Arslanbey, Nusretiye, Maşukiye bölgelerinde yabani çilek çoktur, bu hoş kokulu çilekler toplanarak reçel yapılmaktadır.

Uzuntarla, Eşme Avluburun İlçenin Sapanca kesimindedir. Buralarda yetişen kızılcık ve muşmulalar toplanmaktadır. Kızılcık ağaçları ve olan ağaçların da verimi azalmıştır. Böğürtlen, kuşburnu doğada çok fazla yetişen bir yabani türlerdir. Ancak toplanmaları dikenleri nedeniyle çok zordur, toplayan fazla kişi kalmamıştır.

Karayemiş Karadeniz kökenli kişilerle bütünleşen, vazgeçemedikleri bir meyve türüdür. Her ailenin 2-3 ağacı vardır. Orman içinde yetişmiş ağaçlardan da toplayanlar az da olsa vardır. Kocayemiş (*Arbutus unedo* L.) makilik orman alanlarında çok verimli olarak yetişmektedir. Toplanan meyveleri taze olarak yerel pazarlarda satılmaktadır. Gerçek değerini görememektedir. Ahlat ve üvez yine Sapanca taraflarında daha yaygı olan doğal meyvelerdir. Paşa suyu yakınlarında da küçük bir üvez popülasyonu vardır.

Tablo 1. Kartepe İlçesinde Meyve Varlığı

Yer	Üretimi Yapılan Meyveler	Doğadan Toplanan Meyveler
Karatepe	10	10
Arslanbey	7	8
Pazarçayır	6	10
Suadiye-Çepni	10	5
Suadiye Orta	7	4
Suadiye Kestanelik	10	7
Balaban	10	10
Nusretiye	10	10
Şirinsulhiye	10	10
Tepetarla	10	10
Derbent	8	7
Marmara-Körfez	7	7
Maşukiye	10	10
Kirazoğlu	7	5
İbrikdere	5	3
Yeşiltepe-Uzuntarla	10	10
Eşme	10	10
Ketenciler	10	10
Avluburun	10	10
TOPLAM	**8.8**	**8.0**

Kaynak: Odak grup çalışmaları, 2012

3.3. Meyvelerin Değerlendirilmesi

Ürünler genellikle taze olarak pazarlanmakta, elma, armut ve ayva depolanmaktadır. Son yıllarda ceviz dış yeşil kabuğu ile depolanmaya başlanmıştır. Bu şekilde depolanarak, 2-3 ay gibi uzun bir süre taze ceviz olarak satışı yapılabilmektedir.

Pekmez: Pekmez 2000'li yılların başlarına kadar Kartepe'nin bir çok yerleşiminde yapılan bir ürünken, günümüzde yapımı oldukça azalmıştır. Eşme, Yeşiltepe (Uzuntarla), Avluburun, Şirinsulhiye ve Ketenci mahallelerinde armut, elma ve duttan pekmez yapıımıştır. Günümzde dut ağaçları kalmadığından, az sayıda kişi elma ve armuttan yapmaktadır. Yine Yeşiltepe ve Avluburun'da yabani armuttan da pekmez hala yapılmaktadır.

Tablo 2. Doğadan toplanan meyveler ve toplandıkları yerler

Meyve Türü	Yer
Kestane	Karatepe, Arslanbey, Pazarçayırı, Suadiye, Balaban, Nusretiye, Derbent, Maşukiye, Avluburun
Yabani Kiraz	Arslanbey, Karatepe, Avluburun, Maşukiye
Yabani Erik	Karatepe, Arslanbey, Pazarçayırı, Suadiye, Maşukiye, Uzuntarla, Eşme, Avluburun, Şirinsulhiye, Tepetarla
Kızılcık	Suadiye, karatepe, Uzuntarla, Eşme, Şirinsulhiye
Muşmula	Karatepe, Arslanbey, Pazarçayırı, Nusretiye, Tepetarla, Eşme, Uzuntarla, Avluburun, Maşukiye,
Kocayemiş	Suadiye, Maşukiye, Balaban, Şirinsulhiye, Nusretiye
Karayemiş	Suadiye, Pazarçayırı, Arslanbey, Maşukiye
Kuşburnu	Karatepe, Pazarçayırı, Suadiye, Balaban, Nusretiye, Avluburun, Uzuntarla, Eşme, Şirinsulhiye, Maşukiye, Derbent
Yabani Fındık	Derbent, Maşukiye, Uzuntarla
Ahlat	Uzuntarla, Avluburun
Üvez	Uzuntarla, Avluburun
Böğürtlen	Suadiye, Avluburun
Kuşburnu	Eşme, Avluburun

Pestil ve Cevizli Sucuk: Geleneksel bir değerlendirme şeklidir (Kara ve Küçüköner, 2019). Ketenciler, Avluburun, Yeşiltepe, Eşme, Suadiye, Sarımeşe, Şirinsulhiye'de yaygın olan pestil yapımı, çok meşakkatli bir iştir. Günümüzde artık yapılmamaktadır. Genellikle kültür erikleri, yabani erikler ve doğadan toplanan kızılcıklardan yapılmıştır.

Cevizli sucuk geleneksel bir değerlendirme şeklidir. Kültürel anlamı da olan bir üründür. Şirinsulhiye'de ceviz içi elma pekmezine batırılarak ipe dizilmekte "küme" adı verilen ve baldızların damatlar için yaptığı, bazı ailelerde hala devam eden geleneksel cevizli sucuktur.

Konserve: Muhtelif meyvelerden kışlık olarak yapılan konserveler kavanozlarda kaynatılıp, vakumlanarak uzun süre saklanabilmektedir. Taze meyvelerden yapılıp, hemen tüketimi de yörede yaygındır.

Meyve kurutma: Meyvelerin yetişme dönemlerinin dışında sofralarımızdaki yerlerini almasını sağlayan en eski tekniklerden biridir. Doğal tadına yakın bir tad sunmaktadır. Eşme, Avluburun, Uzuntarla, Şirinsulhiye ve Karatepe meyve kurutulan yerlerdir.Elma dilimlenerek ipe dizilmekte ve asılı olarak kurutulmakta, ya da örtülere serilmektedir. Yine sandıklar içinde kurutma da vardır. Şirinsulhiye'de ipe dizilerek kurutulan elma kurusuna "çiri" adı verilmektedir. Hala devam ettirilmektedir. Mürdüm erikleri yarılıp, çekirdeği çıkarılarak, küçük yabani erikler çekirdekli olarak kurutulmaktadır. Günümüzde de çekirdekli kurutulan eriklerin çerez gibi tüketimi yaygındır. Eskiden vişnelerin çekirdekli olarak kurutulup, kışın tüketildiği, hoşaf yapıldığı Karatepe'de söylenmiştir. Yine dutların bol olduğu yıllarda dut kurusu da yaygın bir değerlendirme şekli olmuştur.

Marmelat ve Reçel: Muhtelif meyveler değerlendirilmektedir. Günümüzde de çok yaygındır. Yeşiltepe, Eşme, Avluburun, Kirazoğlu, Arslanbey, Karatepe başta olmak üzere, birçok yerde doğadan toplanan kuşburnu ile marmelat yapılmaktadır.

Tablo 3. Meyvelerin Değerlendirilme Şekilleri

Yer	Pestil Sucuk	Reçel Marmelat	Kurutma	Pekmez
Karatepe	+	+	+	+
Arslanbey	+	+	-	+
Pazarçayır	-	+	+	+
Suadiye-Çepni	+	+	-	+
Suadiye Orta	-	+	-	+
Suadiye Kestanelik	-	+	-	+
Balaban	+	+	+	+
Nusretiye	+	+	+	+
Şirinsulhiye	+	+	+	+
Tepetarla	+	+	+	+
Derbent	-	+	-	+

Marmara-Körfez	-	+	-	+
Maşukiye	+	+	+	+
Kirazoğlu	-	+	-	+
İbrikdere	-	+	-	+
Yeşiltepe-Uzuntarla	+	+	+	+
Eşme	+	+	+	+
Ketenciler	-	+	-	+
Avluburun	+	+	+	+
TOPLAM	57.9	100	52.6	100

Turşu: Eşme, Avluburun ve Yeşiltepe'de Bulgaristan ve Romanya göçmenleri yabani armut, ahlat ve elmadan turşu hazırlamaktadır. Toplanan meyveler yıkanır, delinir, musluklu bidonlara doldurulur ve üzerine dolana kadar su eklenir. Meyve su içine asidini ve tadını bıraktığı zaman, soğuk olarak meşrubat gibi içilmektedir. Günümüzde ise nadir olarak yapılmaktadır.

Sirke: Eşme'de kadınlar elma sirkesi yapmaktadır.

Salamura: Arslanbey, Derbent gibi Karadeniz göçmenlerinin olduğu yerlerde karayemiş meyvelerinden soğan ve tuz eklenerek salamura yapılmaktadır. Kirazoğlu mahallesinde kızılcıktan salamura yapılmaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kartepe meyve yetiştiriciliği ve ürünlerin değerlendirilmesi bakımından zengin değerlere sahip bir ilçedir. Günümüzde soğuk depo teknikleri çok gelişmiştir ve her mevsimde bir çok meyve bulunabilmektedir. Değişik lezzetlere olan özlem ve istekler farklı değerlendirme şekillerine talep oluşturabilmektedir. Günümüzde saklama ve taşıma kolaylığı bakımından gün içinde rahat tüketimi olan pestil ve cevizli sucuk yapımı yeniden artış göstermiştir (Kalkışım ve Özdemir, 2012).

Ketenciler'de kadınlar organize olmuşlar, organik ürünler üretmektedir. Doğal ürünlerden yapılan marmelat ve reçelleri satışa sunmakta, aile bütçesine destek sağlamaktadırlar. Dut pekmezi de ürettikleri ürünler arasındadır. Kartepe tarihi ve doğal güzellikleri ile kısa süreli konaklamalı veya günübirlik turizm faaliyetleri için uygun bir yöredir (Ay ve Koç, 2015). Son yıllarda eko-turizm faaliyetleri artmıştır. Eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları artırılarak yörede özellikle kadınlara ve işsiz gençlere yönelik projelerle yetiştirilen ve doğadan toplanan meyve

türlerinin değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Aile bütçesine sağlayacağı katkıların yanı sıra, ülke ekonomisine de getirisi büyük olacaktır. Bunun yanı sıra işsiz gençler üzerindeki baskıyı bir ölçüde de olsa azaltabilecektir.

5. KAYNAKLAR

Ay, M., Koç, H. 2015. Kartepe Belediyesi 2015 Turizm Rehberi, Kartepe'nin Renklerini Keşfedin. CNR Basım. 57 s.

Kalkışım, Ö., Özdemir, M. 2012. Pestil ve Köme Teknolojisi. 80 s., Gümüşhane.

Kara, O.O., Küçüköner, E. 2019. Geleneksel Bir Meyve Çerezi: Pestil. Akademik Gıda 17(2):260-268, DOI: 10.24323/akademik-gida.613621

Kocaeli Valiliği İl Tarım ve Orman Müdürlüğü 2018 Yılı Faaliyet Raporu. https://www.kartepe.bel.tr/idet/218/1439/ilcemiz (erişim: 01.11.2019)

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ADAÇAYI (*Salvia officinalis*) TOHUMLARININ ÇİMLENMESİ ÜZERİNE DENİZ YOSUNU (*Ascophyllum nodosum*) EKSTRAKTI, METİL JASMONAT VE SAF SU İLE OZMOTİK KOŞULLANDIRMANIN ETKİSİ

Effect of Seaweed (*Ascophyllum nodosum*) Extract, Methyl Jasmonate and Distilled Water on The Germination of Sage (*Salvia officinalis*) Seeds

Mustafa Demirkaya*[1] & Mehmet Arslan[2]

1(Doç. Dr); Kayseri Üniversitesi, Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu, Bahçe Tarımı Programı, Melikgazi 38039 Kayseri, Türkiye, mustafad@erciyes.edu.tr

**Corresponding author*

2(Prof. Dr); Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Melikgazi 38039 Kayseri, Türkiye, mehmetarslan@erciyes.edu.tr

Öz: Bu çalışma adaçayı (*Salvia officinalis*) tohumlarında bazı ön uygulamaların tohum canlılığı ve tohum gücü üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Deniz yosunu ekstrtının 1:500 oranındaki çözeltisi, 1.0 mM dozundaki metil jasmonat (MeJA) çözeltisi ve saf su ile ile ozmotik koşullandırma (OK) uygulamaları tohumlara 20°C ve 1, 2 ve 3 gün süre ile yapılmıştır. Ozmotik koşullandırma uygulamaları 9 cm çapında, altına ve üstüne filtre kağıdı yerleştirilmiş petri kaplarında 1 gr tohuma 10 cc çözelti koyularak yapılmıştır. Uygulamalardan sonra tohumlar 25°C'de çimlendirme testlerine alınmıştır. Çalışma sonunda MeJA 2 gün ve Saf su 2 ve 3 gün OK uygulamaları, çimlenme oranını kontrole göre arttırmıştır. MeJA ve Saf su 2 ve 3 OK uygulamaları Deniz yosunu 1, 2 ve 3 gün uygulamaları ortalama çimlenme süresini kontrole göre istatistiki düzeyde kısaltmıştır. Bütün uygulamalar tohum performansının bir göstergesi olan çimlenme indeksini kontrole göre arttırmıştır. Adaçayı tohumlarında yüksek çimlenme oranı %86.5 ile Saf su ve MeJA 2 gün uyulmalarından elde edilirken, kontrol uygulamalarının çimlenme oranı %69.0 olmuştur. En yüksek ortalama çimlenme süresi 5.21 gün ile kontrol tohumlarından, en kısa 3.38 gün ile Saf su ile 3 gün OK uygulanmış tohumlardan elde edilmiştir. En yüksek çimlenme indeksi 13.39 ile saf su ile 3 gün OK uygulamasından elde edilmiş, en küçük çimlenme indeksi 7.28 gün ile kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Adaçayı tohumlarında, tohum çimlenmesi ve tohum gücü açısından ekim öncesi en ideal ön uygulamanın 3 gün süre ile Saf su ile OK uygulaması olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Çimlenme, Adaçayı, *Salvia Officinalis*, Tohum, ozmtik koşullandırma

Abstract: This study was conducted to investigate the effects of some preliminary treatments on seed viability and seed strength in sage (*Salvia officinalis*) seeds. Osmotic conditioning with 1:500 solution of seaweed extract, 1.0 mM methyl

jasmonate (MeJA) solution and distilled water were applied to the seeds at 20 °C and 1, 2 and 3 days. Osmotic conditioning applications were carried out in 9 cm petri dishes by placing 1 g of sage seed and 10 cc solution. Filter paper was placed on top and bottom of the petri dishes. After the application, the seeds were tested for germination at 25 °C. At the end of the study MeJA 2 days and Distilled water 2 and 3 days osmotic conditioning applications increased germination rate compared to the control. MeJA and Distilled water 2 and 3 osmotic conditioning applications, Seaweed 1, 2 and 3 days treatments significantly shortened the average germination period compared to the control. All applications increased germination index, which is an indicator of seed performance, compared to the control. High germination rate of sage seeds was obtained from Distilled water and MeJA 2 days treatments with 86.5%, while germination rate of the control applications was 69.0%. The highest mean germination time was obtained from the control seeds with 5.21 days and the shortest (3.38 days) was obtained from the seeds treated with osmotic conditioning with Distilled water for 3 days. The highest germination index (13.39) was obtained from the application of osmotic conditioning with distilled water for 13 days and the lowest germination index (7.28) was obtained from the control applications. In order to increase seed germination rate and seed vigor, sage seeds could be somatically conditioned with Distilled water for 3 days before planting.

Keywords: Germination, Sage, *Salvia officinalis*, Seed, Osmotic Conditioning

INTRODUCTION

Sage (*Salvia officinalis* L.) is a perennial essential oil bearing plant with woody stems, grayish leaves and blue to purplish flowers. It is native to the Mediterranean basin (Walker et al., 2004). Turkey is one of the major center of origins for *Salvia* spp since more than 97 species naturally grown in Asia minor (Kahraman et al., 2011). Sage is commonly grown as herbal tea and medicinal herb or as an ornamental garden plant worldwide.

Essential oils are synthesized by essential oil bearing plants as secondary metabolites. Essential oils are volatile, complex compounds that reflect the specific odor of plants (Bakkali et al., 2008). Historically sage species have been used as traditional medicine to control diseases caused by microorganisms. Biological activities of sage species are well known, Essential oil of sage species have anti-oxidant (Kolak et al., 2009), anti-inflammatory (Baricevic et al., 2001), anti-diabetic (Lima et al., 2006), antitumoral (Cardile et al., 2009), hypoglycemic (Alarcon-Aguilar et al., 2002), and anti-microbial (Özcan et al., 2009) and antimutagenic (Vukovic-Gacic et al., 2006) anti-viral (Loizzo et al., 2008).

Seeds of sage have dormancy due to the husks containing a mucilaginous layer. Therefore, it is needed to improve the germination of sage seeds to have vigorous seedling in the seedling market. The aim of

the current study was to determine effects osmotic conditioner on the seed viability and seed strength of sage (*S. officinalis*) seeds.

MATERIAL AND METHODS

Seed source

The sage seeds (*Salvia officinalis*) were harvested in 2018 growing season from the herbal garden of Erciyes University, Agriculture Faculty located in 38º 42'55'' N and 35º 32' 47'' E 1080 m above sea level. The seeds were shade dried and kept in a refrigerator at 6 until usage.

GERMINATION BIOASSAY

A laboratory work was carried out in factorial experiment design with tree replications. The Factors were osmotic conditioner (Maxicrop, MeJA, Distilled water and control) and application period (0, 1, 2 and 3 days). The 1: 500 concentration of commercial seaweed extract Maxicrop recommended by Sivritepe (2000) for pepper seeds and Demirkaya (2010) for pepper and onion seeds was used as osmotic solution. Osmotic conditioning applications with seaweed extract were performed for 1, 2 and 3 days at 20 °C according to Sivritepe (2000) and Demirkaya (2010). Filter papers were placed under and above a petri dish. One g of seed was weighed with a precision of 0.01 g and put into the Petri dish. After placing the seeds, 10 ml of seaweed extract solution prepared in the above dose was placed in each petri dish (Demirkaya, 2010). Methyl jasmonate (MeJA) applications were carried out in 1, 2 and 3 days application periods, 1.0 mM dose, 10 ml of freshly prepared MeJA solution was added after placing 1 g seed in the petri dish. The Petri dishes were replaced in a climate cabinet having a constant temperature of 20 ^{0}C (Demirkaya 2016). Osmotic conditioning applications with distilled water 1, 2 and 3 days application periods were carried out by pipetting 10 ml of distilled water in each petri dishes after placing 1 g seed in the petri dish. The Petri dishes were replaced in a climate cabinet having a constant temperature of 20 ^{0}C (Demirkaya 2016).

Germination percentage was calculated after 14 days application and expressed as percentage according to the following formula. Germination percentage = (Number of germinated seeds / Total Number of treated seeds) x 100. The mean germination time (MGT) was calculated according to the equation of (Ellis and Roberts 1981). MGT = $\Sigma(Dn)/\Sigma n$ (where D = number of days counted from the beginning of the germination test and n = number of seeds which germinate on day). The germination index (GI) was calculated according to (Copeland and McDonald 2012). GI = $\sum$ n / D (where n= number of seeds which germinate on day and D= number of days counted from the beginning of the germination test).

Statistical analysis

Experimental data were subjected to analysis of variance with "SPSS 13.0 for Windows" software and significant means were compared with the aid of LSD test at 0.05 significance level.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of Table 1 show a great variation for mean germination rate, mean germination time and germination index among treatments and their application period.

Table 1. Application period, mean germination rate, mean germination time and mean germination index of *Salvia officinalis.*

Treatments	Application period (day)	Mean germination rate (%)	Mean Germination time (day)	Germination index
Control	0	69.0 bcd*	5.21 a	7.28 d
Maxicrop	1	75.5 abc	3.98 b	10.34 cb
	2	81.0 ab	3.68 b	11.58 ab
	3	82.0 ab	3.73 b	11.59 ab
MeJA	1	69.50 bcd	5.72 a	7.81 cd
	2	86.50 a	3.98 b	11.48 ab
	3	57.00 d	3.77 b	8.00 cd
Distilled water	1	64.50 cd	5.04 a	8.23 cd
	2	88.50 a	3.84 b	12.60 ab
	3	86.00 a	3.38 b	13.39 a

* Different letters indicate significant differences at $p<0.05$

When germination rate was ranged between 57.00 and 88.50%. The highest germination rate was obtained from distilled water application with 2 and 3 duration days. However, the lowest germination rate was obtained from 3 days MeJA treatment. Compared with the control treatment, all of the duration of Maxicrop applications had significantly greater germination rates. However, 3 days MeJA application had significantly lower germination rate compared with the control. Germination time varied between 5.21 and 3.38 days. The highest germination time was obtained from 1 day MeJA application with 5.72 days. The lowest germination time was obtained from 3 days distilled water application with 3.38 days. When germination index was considered, the highest germination index was obtained from 3 days distilled water application with 13.39. Compared with the control all of the treatment had higher germination index. The germination is the most comprehensive measurement parameter that combine germination percentage and germination speed. It can be attributed that improvement of uniform seed germination due to the completion of pre-germination process such DNA

mRNA, protein and membrane repair synthesis and repair and changed enzyme activities (McDonald, 2000; Jowkar et al., 2012; Wattanakulpakin et al., 2012). Seed osmotic conditioning synchronize the metabolism of the germinating seeds, enhance mitochondria number and production of ATP (Varier et al., 2010). It was reported that hydropriming improve seed germination rate and improve seedling vigor.

CONCLUSION

Seeds of sage species had dormancy. Therefore, germination of sage seed must be improved to get vigorous seedlings. Sage seed germination was improved by the application of osmotic conditioners. The best germination percentages were obtained from 1, 2 and 3 days Maxicrop, 2 days MeJA and 2 and 3 days distilled water applications. It could be concluded that seed osmotic conditioning is a very effective technique to improve seed germination and seedling growth.

REFERENCES

1.Walker JB, Sytsma KJ, Treutlein J, Wink M (2004). Salvia (Lamiaceae) is not monophyletic: Implications for the systematics, radiation and ecological specialization of Salvia and Tribe Menthae. Am. J. Bot. 91:1115-1125

2.Kahraman, A., Celep F., Doğan M., Guerin G.R., Bagherpour, S. (2011). Mericarp morphology and its systematic implications for the genus , L. section Hymenosphace Bentham (Lamiaceae) in Turkey. Plant Syst Evol 292: 33-39.

3.Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., and Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – a review. *Food Chem. Toxicol.* 46, 446–475. doi: 10.1016/j.fct.2007.09.106

4. Kolak U, Kabouche A, Öztürk M, Kabouche Z, Topçu G, Ulubelen A. (2009). Antioxidant diterpenoids from the roots of *Salvia barrelieri*. Phytochem Anal;20(4):320–327. doi: 10.1002/pca.1130.

5.Baricevic, D., Sosa S., Della Loggia, R., Tubaro, A., Simonovska, B., Krasna, A., Zupancic, A. (2001). Topical anti-inflammatory activity of *Salvia officinalis* L. leaves: the relevance of ursolic acid. J Ethnopharmacol 75:125–32.

6.Lima C.F., Azevedo M.F., Araujo R., Fernandes-Ferreira M., Pereira-Wilson C. (2006). Metformin-like effects of *Salvia officinalis*: useful in diabetes prevention? Br J Nutr; 96:326-333.

7.Cardile, V, Russo, A., Formisano, C., Rigano, D., Senatore, F., Arnold, N.A., et al. (2009). Essential oils of *Salvia bracteata* and *Salvia rubifolia* from Lebanon: chemical composition, antimicrobial activity

and inhibitory effect on human melanoma cells. J Ethnopharmacol. 126: 265–72.

8. Alarcon-Aguilar F.J., Roman-Ramos R, Flores-Saenz J.L. and Aguirre-Garcia F. (2002). Investigation on the hypoglycaemic effects of extracts of four Mexican medicinal plants in normal and alloxandiabetic mice. Phytother Res. 16: pp. 383–386.
9. Özcan, B., Birgul, E.M., Coleri, A., Yolcu, H., Caliskan, M. (2009). In vitro antimicrobial and antioxidant activities of various extracts of Salvia microstegia (Boiss.) et. Bal. from Antakya, Turkey. Fresenius Environ Bull.; 18:658–62.
10. Vukovic-Gacic, B. Nikcevic, S. Beric-Bjedov, T. Knezevic-Vukcevic, J. and Simic, D. (2006. Antimutagenic effect of essential oil of Sage (*Salvia officinalis* L.) and its monoterpenes against UV-induced mutations in Escherichia coli and Saccharomyces cerevisiae". Food Chemical Toxicology, 44: 1730-1738.
11. Loizzo M.R., Saab A.M., Tundis R., Menichini F., Bonesi M., Piccolo V., Statti G. A,de Cindio B, Houghton P.J. and Menichini F. (2008). In vitro inhibitory activities of plants used in Lebanon traditional medicine against angiotensin converting enzyme (ACE) and digestive enzymes related to diabetes. J. Ethno. 119:109-116.
12. Sivritepe, H.Ö. (2000). Deniz Yosunu Ekstraktı (*Ascophyllum nodosum*) ile Yapılan Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Biber Tohumlarında Canlılık Üzerine Etkileri. III. Sebze Tarımı Sempozyumu. 11-13 Eylül 2000, Isparta, 482-486.
13. Demirkaya, M. (2010). Deniz yosunu (Ascophyllum nodosum) Ekstraktı Uygulamalarının Biber ve Soğan Tohumlarının Canlılığı ve Gücüne Etkileri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26: 217-224, http://fbe.erciyes.edu.tr ISSN.1012-2354.
14. Demirkaya, M. (2016). Metil Jasmonat ve Deniz Yosunu (Ascophyllum nodosum) Ekstraktı ile Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Düşük Sıcaklıkta Biber Tohumlarının Çimlenme ve Ortalama Çimlenme Süresi Üzerine Etkileri. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi. Selçuk Tar Bil Der, 3: 42- 47.
15. Ellis, R. H., & Roberts, E. H. (1981). The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology (Netherlands).
16. Copeland, L. O., & McDonald, M. F. (2012). Principles of seed science and technology. Springer Science & Business Media
17. McDonald M.B. 2000. Seed priming. In Black M and Bewley J.D. (eds.), Seed technology and its biological basis. Sheffield Academic Press Ltd., Sheffield, England, pp. 287-325
18. Jowkar, M., Ghanbari, A., Moradi, F., Heidari, M. (2012). Alterations in seed vigor and antioxidant enzymes activities in Silybum

marianum under seed priming with KNO3. J. Med. Plants Res. 6:1176-1180.

19. Wattanakulpakin, P., Photchanachai, S., Ratanakhanokchai, K., Kyu, K.L., Ritthichai, P. and Miyagawa, S. (2012). Hydropriming effects on carbohydrate metabolism, antioxidant enzyme activity and seed vigor of maize (*Zea mays* L.). Afr. J. Biotechnol. 11:3537-3547.
20. Varier A, Vari A.K., Dadlani M. (2010). The subcellular basis of seed priming. Curr. Sci. 99:450-456.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

KARTEPE İLÇESİNDE TOPLANAN DOĞAL ÜRÜNLER VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Natural Edible and Medicinal Plants in Kartepe-Kocaeli and Evaluation

Melekber Sülüşoğlu Durul[1] & Bahar Aydın Can[1] & Evrim Taylan[2]

[1]Kocaeli Üniversitesi Arslanbey MYO, Kartepe-Kocaeli
[2]Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kartepe-Kocaeli
meleksl@kocaeli.edu.tr

Öz: Kocaeli Kartepe İlçesi göç yolları üzerinde yer alan, farklı kökene sahip kişilerin bir araya geldiği bir yerleşim yeridir. Sapanca Gölü, Marmara Denizi ve Samanlı Dağlarının arasında yer alan ilçede 4 mevsim aynı anda yaşanmakta, doğal kaynaklar açısından eşsiz bir zenginlik oluşmaktadır. Yöre doğal ürünler açısından zengindir. Otsu ve odunsu türlerden oluşan bir çok ürün toplanmakta, ev ihtiyacı için yararlanılmakta, hatta satışı yapılmaktadır. Burada yer alan çalışmada katılımcı yaklaşımla odak grup çalışmaları gerçekleştirilmiştir. 16 mahalle ve 7 köyde toplam 23 toplantı yapılmıştır. Toplanan doğal ürünler belirlenmiş, toplama ve değerlendirme şekilleri ele alınmış, pazarlanma durumu ortaya konmuştur. Ayrıca doğal ürünlerin varlığını tehdit eden sorunlar ve çözüm önerileri tartışılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre köylerde doğal ürünlerin toplanması mahalle yerleşimlerinden daha yaygındır. Mahalleler içinde Maşukiye, Arslanbey, Yeşiltepe ve Eşme doğal ürünlerin en fazla tanındığı ve toplandığı yerleşimlerdir. Bölgede kaldırak otu (çiçekli mancar) türleri en fazla toplanan doğal ürünlerdir. Ketence'de deve dikeni satılmak üzere toplanmaktadır. Isırgan yine doğadan toplanarak satılan ürünler arasındadır. Yaylacılığın kalmaması, genç nüfusun tarımsal alandan uzaklaşması, sanayiye bağlı çevre kirliliği doğal ürünler üzerinde en önemli tehdit unsurları olarak belirlenmiştir. Kartepe turizmin geliştiği bir bölgedir. Her ne kadar günümüzde sanayi ön planda olsa da, özellikle eko turizm konusunda potansiyel vardır. Gelecekte doğal ürünlerin önemi artacaktır. Bu nedenle türler kaybolmadan, tanıyabilen kişiler varken kayıt altına alınmaları önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğal ürünler, Kocaeli, Kartepe, organik, Çiçekli mancar, ısırgan, ebegümeci

Abstract: Kocaeli Kartepe District is a settlement take place on the migration routes and meeting point of people from different origins. It was located between Sapanca Lake, Marmara Sea and Samanlı Mountains where is possible experiencing 4 seasons at the same time. The region has a rich natural resources. Many cultivars of herbaceous and woody species are collected from forest. All collected natural products used for family needs and even sold in local bazaar. In this study, focus group studies were conducted with participatory approach. A total of 23 meetings were held in 16 settlements and 7 villages. Collected natural products were identified, collection and evaluation methods were handled and marketing status was revealed. In addition, problems and solutions that threaten

the presence of natural products are discussed. According to the results of the study, the collection of natural products in the villages is more common than the settlements. Maşukiye, Arslanbey, Yeşiltepe and Eşme are the most known and collected settlements of natural products. In the region, the most commonly collected natural products are kaldırak (flowering mancar) species. In Ketence, thistles are gathered for sale. Nettle is among the products that are collected and sold from nature. The lack of a culture of transhumance in the region, the development of industry, the migration of the young population from the agricultural area, environmental pollution due to industry are identified as the most important threat factors on natural products. Kartepe is an area where tourism develops. Although the industry is at the forefront today, there is potential for ecotourism. Near future, the importance of natural products will increase. Therefore, it is recommended that the species be recorded in the presence of recognizable persons before the species disappear.

Keywords: Natural plants, Kartepe, Kocaeli, organic, flowering mancar, nettle, hibiscus

1.GİRİŞ

Doğadan toplanan bitkilerin yerel halkın yiyecek kaynağı olarak ve tedavi amaçlı kullanımı geçmişten bu yana süren bir gelenektir (Hedberg ve Staugard, 1989). Bu bitkilerin toplanması, kullanım şekilleri yöreden yöreye benzerlikler gösterebilmektedir. Doğadan toplanan bitkiler günümüzde Avrupa ve Amerika'da bir çok ülkede tıbbi amaçla kullanılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde nüfusun %80'ine yakını doğal ürünleri birincil tedavi yöntemi olarak değerlendirmektedir (Hamilton, 2010; Balunas ve Kinghorn, 2005). Günümüzde doğal bitkilerin nesillerinin tükenme hızı evrim sürecindekine göre bir hayli hızlı olup, her iki yılda bir muhtemel ilaç hammaddesi olabilecek nitelikte bir bitki yeryüzünden kaybolmaktadır (Pimm ve ark. 2010). Her ne kadar sürdürülebilir kullanma ve koruma çalışmaları artsa da, yeterli gelmemektedir. Yaşam tarzının değişmesi, kırsal kesimde bitkileri tanıyan insanların bilgilerini genç nesillere aktaramaması, gençlerin ilgisiz olması bu durumun nedenleri arasındadır.

Kocaeli, Marmara Bölgesi Çatalca-Kocaeli Bölümü'nde yer alan, 342001 ha alana sahip bir ildir. Kartepe Kocaeli'nin 12 ilçesinden biri olup, 26913 ha alanı kaplamaktadır. İlçenin alanlarının %36'sını verimli ormanlar oluşturmaktadır. Tarımın geçim kaynakları içinde %3'lük payına karşılık, sanayi %70 değere ulaşmıştır. Kocaeli'nin sanayi şehri olması Kartepe ilçesini de etkilediğinden, ilçenin arazileri üzerinde sanayi kirliliğinin etkisi giderek artmaktadır. Samanlı Dağları ve Sapanca Gölü'nün etkileri ile Kartepe'nin ekolojik koşulları bir çok doğal ürünün yetişmesine imkan sunmaktadır. Sağlıklı yaşama ve beslenmenin hiç kolay olmadığı günümüzde bu doğal bitkiler önemli bir besin ve şifa kaynağı

olarak karşımıza çıkmaktadır. Aile ekonomisine katkıları ise diğer bir önemli konudur. Burada sunulan çalışmada Kartepe İlçesinde yetişen doğal ürünler ve değerlendirilme şekilleri belirlenmiş, insan sağlığı bakımından önemi ortaya konmuştur. Türlerin kullanımı, toplanması sırasında yaşanan sorunlar belirlenerek çözüm önerileri tartışılmıştır.

2.MATERYAL VE METOD.

Çalışma Kocaeli Kartepe İlçesinin mahallerinde yürütülmüştür. Çalışmada 23 mahalle ve köyde toplantılar yapılmış, köy muhtarı, köy yaşlıları ve sözü geçen, bölgeyi bilen kişilerden oluşan 5-8 kişilik gruplar halinde çalışma katılımcı yaklaşım ile gerçekleştirilmiş, köy-mahalle bazında odak grup toplantıları yapılmıştır.

3.BULGULAR

3.1.Katılımcıların Profil Analizi

Çalışmaya 23 mahallede toplam 45 kişi katılım sağlamıştır. Katılımcılardan erkeklerin %61.5'i, kadınlardan ise sadece %15.4'ü emeklidir. Katılımcıların tamamı bizzat kendisi doğal ürünlerden bir ya da birkaçını tanımakta ve değerlendirmektedir. Çalışmada işlenen konu açısından yaş olarak deneyimli olanların daha fazla bilgi sahibi olduğu görülmüştür. Kadın katılımcılarla istenen düzeyde görüşme gerçekleştirilememiş, ancak erkek katılımcıların da konu ile ilgili zengin bilgi birikiminin olduğu belirlenmiştir. Çalışmada 80 yaş üstü erkekler çok değerli bilgiler vermiştir. Üniversite mezunu, emekli olduktan sonra köye yerleşen bir kadın katılımcı doğal ürünler konusunda oldukça ilgili olup, bu konuda yapılacak çok çalışma olduğunu vurgulamıştır (Tablo 1 ve 2). Türleri tanımadıkları için gençler düşük oranda katılım sağlayabilmiştir.

Çalışma bölgesinde mahallelerin ilçe merkezine uzaklığı 2 ile 17 km arasında değişmektedir. Toplanan ürünlerin istenilmesi halinde satışa sunulmasında sorun oluşturmayacak mesafeler söz

konusudur. Eşme en uzak mahalle konumundadır (Tablo 3). Rakım ise 15 ile 860 m aralığındadır ve doğal ürünler bakımından çeşitliliği artıran bir faktördür.

Tablo 1. Katılımcıların yaş dağılımı

	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-↑
Erkek (%64)	-	-	12.1	24.2	30.3	18.2	15.2
Kadın (%36)	8.3	-	8.3	25.0	58.4	-	-

Tablo 2. Katılımcıların eğitim durumu

Eğitim Durumu	Okur-yazar	İlkokul	Ortaokul	Lise	Yüksekokul
Erkek	%3.9	%69.7	%3	%15.2	%3
Kadın	-	%50.0	%16.7	%25	%8.3

Kartepe 1800'lerde Balkanlar ve Kafkasya'dan, sonraki yıllarda Karadeniz Bölgesinden göçlerle gelenlerin yerleştiği bir ilçedir. Katılımcı çalışmalara katılanlar Balkan göçmenleri, Çerkezler, Gürcüler, Tatarlar, Manavlar ve Lazlardan oluşan bir dokudur. Kişiler her biri kendi geldikleri yörelerden tanıdıkları otları, bitkileri topladıklarını söyleyerek, bu türlerle ilgili bilgi vermişlerdir (Tablo 3).

3.2. Bölgede Toplanan Doğal Ürünler ve Değerlendirilme Şekilleri

Bölgede toplanan doğal ürünler Tablo 4 a ve 4b'de verilmiştir. Çiçekli mancar (kaldırak otu), kazayağı, ısırgan otu, efelek tüm mahallelerde yemek veya salata yapımında kullanılmaktadır. Bu bitkilerden kavurma, yumurtalı, etli, zeytinyağlı yemekler yapılmakta, çorba, hamur iç malzemeleri olarak değerlendirilmekte, salatalara eklenmektedir.

Geçmişte daha fazla toplayıcı varken, günümüzde az sayıda kişi toplamakta, yerel pazarlarda satarak gelir sağlamaktadır. Efelek odun dışı orman ürünleri kapsamına giren bir doğal türdür. Bu nedenle Orman İşletme Müdürlüğünden izin alınarak toplanması gerekmektedir. Ketenceler Köyünde 2 aile izin alarak toplamakta, satarak değerlendirmektedir. Yine orman işletme müdürlüğünden izin alarak çiçekli mancar toplayan 2-3 aile bulunmaktadır.

3.3. Kartepe İlçesinde Toplanan Doğal Ürünlerin Gıda ve Tedavi Amaçlı Kullanımı

Isırgan Otu (*Urtica dioica*): Türkiye genelinde tanınan bir bitkidir. Karatepe, Maşukiye, Yeşiltepe ve Avluburun gibi ilçenin çok farklı kesimlerinde yaygın olarak yetişmektedir. Çorbası ve ıspanak gibi yemeği yapılan bir bitkidir. Ispanaktan daha lezzetli olduğu belirtilmiştir. Potasyumca zengindir (Ceylan ve Yücel, 2015). Isırgan otu çorbası Kartepe'nin yöresel yemekleri arasındadır (Alyakut ve Küçükkömürler, 2017).

Tablo 3. Çalışılan mahallelerin kökeni, ilçe merkezine uzaklıkları ve rakımları

Yerleşim Yeri	İlçe Merkezine uzaklık	Rakım	Köken
Karatepe	5	212	Bulgaristan, Karadeniz
Pazarçayırı	6	860 m	Batum, Karadeniz
Balaban	2	265	Batum
Nusretiye	2	80	Batum
Şirinsulhiye	4	155	Batum
Ketenciler	10	120	Karadeniz, Bulgaristan, Gürcistan (Çerkez)
Avluburun	14	396-415	Bulgaristan (Göçmen)
Arslanbey	8	55-396	Yunanistan, Karadeniz
Rahmiye			Karadeniz
Suadiye-Çepni	6	49	Karadeniz, Doğu Anadolu (Çepni)
Suadiye Orta	7	76	Karadeniz
Suadiye Kestanelik	8	126	Karadeniz
Tepe tarla	12	55	Yunanistan, Karadeniz (Tatar)
Derbent	10	15	Kafkasya (Abaza, Gürcü)
Hikmetiye	9	70	Gürcü
Marmara	8	15	Kafkasya (Abaza)
Körfez	14	70	Karışık
Maşukiye	12	94	Kafkasya (Çerkez, Laz)
Kirazoğlu	16	56	Kafkasya
İbrikdere	8	60	Karadeniz
Yeşiltepe	14	95	Romanya, Karadeniz
Uzuntarla	14	90	Karadeniz
Eşme	17	48-65	Yunanistan

Kaynak: http://www.netkayit.com/; https://www.haritamap.com

Kan yapıcı, ödem attırıcı, kabızlığı önleyici etkileri bulunmakta, soğuk algınlığının tedavisinde ve romatizma rahatsızlıkları ile gut hastalığının tedavisinde destekleyici olarak kullanılmaktadır (Diker et al. 2017).

Kaldırak (*Borago officinalis*): Çiçekli mancar, Hodan olarak da bilinen bitkinin yumurtalı kavurması, turşusu, gözlemesi yapılmakta, börek iç malzemesi olarak değerlendirilmektedir. Yörede gıda olarak tüketilen bitkinin farklı ülkelerde depresyona karşı, sindirim sistemini düzenleyici, ağrı giderici, cinsel gücü artırıcı etkileri nedeniyle kullanımının artığı görülmektedir. Yüksek oranda kalsiyum, potasyum ve mineral tuzlar içermektedir (Ünver Alçay, 2019). Astım ve bronşit gibi

göğüs rahatsızlıklarına, ishal, çarpıntı ve böbrek rahatsızlıklarına karşı tedavi amaçlı kullanılmaktadır (Gilani ve ark., 2007).

Ebegümeci (*Malva sylvestris*): Doğadan toplanan bitkilerinin yemeği yapılmaktadır. Ülkemizde bir çok yörede tüketilen bir bitkidir. Ağız gargarası, farenjit ve bademcik iltihaplarına karşı kullanımı vardır. Ayrıca bileşiminde ishal yapıcı maddeler bulunmaktadır. Sodyum, kalsiyum, demir, magnezyum açısından zengindir. Cilt hastalıkları, solunum hastalıkları ve mide için kullanılmaktadır (Diker ve ark.2017).

Kazayağı (*Falcaria vulgaris*): Kavurması ve yemeği yapılmaktadır. Yörede sevilerek tüketilen bir bitkidir. Mide ve karaciğer rahatsızlıklarında kullanılmaktadır (Mozaffar ve Hossein, 2006). Yeşiltepe-Uzuntarla Mahallesinde toplandığı belirtilmiştir.

Damar otu (*Plantago lanceolata*): Şirinsulhiye'de toplanan ve ilaç olarak değerlendirilen bir doğal bitkidir. Sinir otu olarak da bilinir. Ağrıkesici ve anti bakteriyel özellikleri ile bilinmektedir. Şirinsulhiye'de kökü ile kaynatılan bitki böbrek iltihabı için tüketilmektedir. Balgam söktürücü, apse ve çıban tedavi edici özellikleri vardır. Sıcak su içinde bekletilerek yumuşatılan bitkiler problemli bölgeye sarılır, bir gece bekletilir, iltihabın akmasına yardımcı olur. Halk arasında çıban otu, sinir otu, damar otu, yara otu gibi adlarla bilinmektedir. Çalışma bölgesinde Uzuntarla Tabiat Parkında ve Paşa Suyunda tespit edilmiştir (https://kocaelibitkileri.com/plantago-lanceolata/ (damar otu) erişim 20.10.2019).

Üzümcük otu: Yaprakları çay gibi kaynatılarak içilmekte, meyveleri yenmektedir. Bitki yabani çay olarak tanımlanmaktadır. Kartepe genelinde başka bir yerleşim yerinde kullanımı olmayan bitkiye dair başka bir bilgiye erişilememiştir.

Efelek (*Rumeoc Patienta*): Labada, evelek olarak da bilinmektedir. Etli sarması yapılmakta, taze olarak tüketilmektedir.

Deve dikeni (*Silybum Marianum* L.): Meryemana dikeni de denilen bitkinin olgun tohumları ve kabuğundan elde edilen özütleri kullanılmaktadır. Odun dışı orman ürünü olarak izinli şekilde toplanmakta, satılmaktadır. Karaciğer, safra kesesi, mide ve pankreas üzerinde etkilidir. Karaciğer toksinlerinin hücre içine girmesini önleyerek karaciğerin zarar görmesini engellemekte, alkol, ilaç ve kimyasalların etkilerini azaltmaktadır (Gök ve ark.2013).

Tablo 4. Kartepe İlçesinde Toplanan Doğal Ürünler

Yerleşim Yeri	Isırgan	Kaldırak	Ebegümeci	Kazayağı	Efelek
Karatepe	+	+	-	-	+
Arslanbey	+	+	-	-	-
Pazarçayır	+	+	-	-	-
Suadiye-Çepni	-	+	-	-	-
Suadiye Orta	-	+	-	-	-
Suadiye Kestanelik	-	+	-	-	-
Balaban	+	-	-	-	-
Nusretiye	-	-	-	-	-
Şirinsulhiye	+	+	-	-	-
Tepe tarla	-	+	+	-	-
Derbent	+	-	-	-	-
Marmara-Körfez	-	+	-	-	-
Maşukiye	+	+	-	-	-
Kirazoğlu	-	-	-	-	-
İbrikdere	-	-	-	-	-
Yeşiltepe (Uzuntarla)	+	+	+	+	+
Eşme, Eşme ahmediye	+	+	-	-	+
Ketenciler	-	+	-	-	-
Avluburun	+	+	-	+	+

Kekik (*Thymus*): Bir çok türü vardır. Maşukiye yöresinde toplanmaktadır. Daha çok baharat olarak kullanılmakta, çayı demlenmektedir.

Yabani pırasa (*Asphodelus aestivus* L.): Çiriş otu da denmektedir. Avluburun'da yemeği yapılmakta, hamur iç malzemesi olarak değerlendirilmektedir. Sevilen bitkinin pırasaya göre daha lezzetli olduğu ifade edilmiştir. Anti mikrobial ve antioksidan özelliği ile öne çıkmaktadır (Oskay ve ark., 2007; Peksel ve İmamoglu, 2009). Çirişli pilav ve yumurtalı kavurması meşhurdur (Badayman ve ark. 2018).

3.3. Bölgede Yaşam Alışkanlıkları ve Doğal Ürünlerin Toplanmasına Etkileri

Bölgede yaylacılık faaliyetleri 1980'lerde sona ermiştir. Günümüzde, Maşukiye'de az sayıda büyükbaş hayvan yetiştiricisi kurbandan önce hayvanları yaylalara götürmeye devam etmektedir.

Tablo 4. Kartepe İlçesinde Toplanan Doğal Ürünler (devam)

Yerleşim Yeri	Üzümcük otu	Damar otu	Deve dikeni	Yabani pırasa	Kekik
Karatepe	-	+	-	-	-
Arslanbey	+	+	-	-	-
Pazarçayır	-	+	-	-	-
Suadiye-Çepni	-	-	-	-	-
Suadiye Orta-Selçuklu	-	-	-	-	-
Suadiye Kestanelik	-	-	-	-	-
Balaban	-	-	-	-	-
Nusretiye	-	+	-	-	-
Şirinsulhiye	-	-	-	-	+
Hasanpaşa	-	-	-	-	-
Tepe tarla	-	-	-	-	-
Derbent	-	-	-	-	+
Marmara-Körfez	-	-	-	-	+
Maşukiye	-	-	-	-	-
Kirazoğlu	-	-	-	-	-
İbrikdere	-	-	-	-	-
Yeşiltepe-Uzuntarla	-	-	-	-	-
Yeni eşme	-	-	-	-	-
Ketenciler	-	-	+	+	-
Avluburun	-	+	-		

Bölgede görüşülen kişiler, yaylacılık zamanında doğal ürünlere daha çok ilginin olduğunu belirtmiştir. Ulaşım koşullarının da sınırlı olduğu yıllarda, yayla zamanı doğadan toplanan ürünler önemli bir gıda kaynağı olmuştur. Orman ve yaylalarda yetişen ot türlerini tanıyan kişilerin yaşlanması ve bir çoğunun artık hayatta olmaması doğal ürünlerin toplanmasında önemli bir kısıt olmuştur. Gençler ürünleri tanımamakta, tanıyanlar da toplamanın zorluğundan kaçmaktadır. Pazar olanaklarının artması, bir çok ürüne kolay ulaşılabilir olması da doğadan toplanan ürünlere ilgiyi azaltmıştır.

Ormanlarda bakım, kesim ve dikim işlerinin yoğun olduğu dönemlerde, bu gibi çalışmalar nedeni ile zaten sahada olan köylüler, ormanlardan odun

dışındaki doğal ürünleri de daha çok toplamışlardır. Günümüzde ise, belirli orman tali ürünlerinin toplanması izin gerektirmektedir. Orman işletme müdürlüğünden izin alınarak, ürünün en uygun hasat zamanında toplama yapılabilmektedir. Günümüzde Maşukiye, Marmara, Körfez, Balaban, Nusretiye, Pazarçayırı, Eşme ve Yeşiltepe mahalleleri ormandan hala kesim işi alan yerleşimlerdir. Buralarda doğal ürünlerin bilinirliği diğer yerleşimlerden daha yüksektir.

4.TARTIŞMA VE SONUÇ

Bölgede 20 yıl öncesine kadar yaygın olan yaylacılık kültürü günümüzde kalmamıştır. Görüşülen kişiler yayla kültürünün doğal ürünlerin tanınması ve toplanmasında olumlu etkilerinin olduğundan bahsetmişlerdir. Yörede sanayinin gelişmesine bağlı olarak iş imkanlarının artması, vardiyalı çalışmalar ürünleri toplamak için kısıtlı zaman yaratmaktadır. Genç nüfusun azalması da diğer bir engeldir.

Tarım alanlarının yanı sıra, orman ve yaylalarda oluşan sanayiye bağlı çevre kirliliği zaman içinde doğal ürünlerin azalmasına neden olmuştur. Küçükbaş hayvan sayısının azalması da doğal ürünlerin, özellikle otsu bitkilerin azalmasına neden olmuştur. Geçmişte sürülerin yayıldığı alanlarda, hayvanların doğal olarak gübreleme yapması sonucunda fazla yetişen bu türler toprakların fakirleşmesi ile azalma göstermiştir.

Doğadan toplanan türler insan beslenmesi bakımından çok değerlidir. Halkın tedavi amacı ile başvurduğu ilk çaredir. Bu nedenle doğal türlere gereken önem verilmeli, yok olmalarının önüne geçilmelidir. Gençlerin türleri tanıması için eğitimlerin ve saha gezilerinin düzenlenmesi etkili bir çözüm olacaktır. Türlerden, özellikle doğada kaybolma tehlikesi ile karşı karşıya olanların çoğaltılarak kültüre alınması da daha fazla kişinin faydalanmasını sağlayacaktır. Orman İşletme Müdürlüklerinin yanı sıra, tarım teşkilatının da konuya ağırlık vermesi, doğadan toplamanın dışında, önemli türlerinin kültürünün geliştirilmesi ülke ekonomisine de büyük katkı sağlayacaktır.

5. KAYNAKLAR

Alyakut, Ö., Küçükkömürler, S. 2017. Geleneksel Kartepe Mutfak Kültürü ve BuTür Mutfak Kültürü Araştırmalarının Kırsal ve Gastronomi Turizmine Katkısı. International Journal of Social and Economic Sciences, 7 (1): 83-90.

Badayman, M., Dinçel, E., Ünver Alçay A. 2018. Çiriş Otu ve Türk Mutfağında Kullanımı. Aydın Gastronomi, 2(1):51-55.

Balunas, MJ., Kinghorn, AD. 2005. Drug discovery from medicinal plants. Life Science, 78(5):431-41.

Ceylan, F., Yücel, E. 2015. Consumption Forms and Nutrient Content Values of Wild Plants Consumed as a Food in and around Düzce. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(3): 1-17.

Diker, O., Türker, N., Kayac, FB. 2017. Eskişehir'in Etnobotanik Çeşitliliğinin Eko-Gastronomi Faaliyetleri Çerçevesinde İncelenmesi. Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Özel Sayı 3, 51-58.

Gök, SB., Pehlivan, EC., Erdoğdu, Y. 2013. Nutrasötik Bir Bitki: Meryemana Dikeni (Silybum marianum). (https://www.researchgate.net/publication/330220973).

Hamilton, A.C. 2004. Medicinal plants, conservation and livelihoods. Biodiversity and Conservation 13: 1477–1517.

Hedberg, I., Staugard, F. 1989. Traditional medicine in Botswana, traditional medicinal plants. The Nordic School of Public Health. Stockholm, Ipelegeng Publishers, 1989. pp.324.

Mozafar, K., Hossein, S. 2006. Protective Effect of Falcaria vulgaris Extract on Ethanol Induced Gastric Ulcer in Rat. Iranian Journal of Pharmacology & Therapeutıcs, 5(1):43-46.

Oskay, M., Aktas, K., Sari, D., Azeri, C. (2007). A comparative study of antimicrobial activity using well and disk diffusion method on Asphodelus aestivus (Liliaceae). Ekoloji, 16(62): 62-65.

Peksel, A., Imamoglu, S. (2009). Antioxidative properties of extracts from Asphodelus aestivus brot (Liliaceae). Annals of Nutrition and Metabolism, 55: 596 -596.

Pimm, S., Russell, G., Gittleman, J., Brooks, T. 1995. The future of biodiversity. Science.269:347.

Ünver Alçay, A. 2019. Hodan Otunun Faydaları ve Mutfakta Kullanımı. Aydın Gastronomy, 2019, 3(2): 101-117.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

STRESS OF *HELIANTHUS TUBEROSUS* L. PLANTS CAUSED BY THE USE OF HERBICIDES

Barbara Sawicka[1] & Władysław Michałek[2] & Dominika Skiba[1] Anna Kiełtyka Dadasiewicz[1] & Fethi Ahmet Özdemir[3]

[1]Department of Plant Production and Commodities Science, Akademicka 5, 20-950 Lublin barbara.sawicka@up.lublin.pl
[2]Department of Plant Physiology, Uniwersity of Life Scinces in Lublin, Akademicka 5, 20-950 Lublin, wladyslaw.michalek@up.lublin.pl
[3]Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science and Art, Bingol University, 12000, Bingol, Turkey

Abstract. The analysis was based on the results of field experiment carried out in 2013-2015 in Parczew (51°38′N, 22°54′E), using the method of randomized subblocks in 3 replications. The research factor were herbicides: A – Dispersive Afalon 450 SC 450 S.C. – 1.5 dm ha^{-1}; B) Dispersive Afalon 450 SC + Command 480 SC (1 dm + 0.2 dm ha^{-1}); C – Racer 250 SC – 1.5 dm ha^{-1}; D) Sencor 70 WG + Racer 250 SC (0.5 kg + 1.0 dm ha^{-1}); E) control object with mechanical care. The research object was the Polish Albik cultivar. Mineral (100 kg N, 100 kg P_2O_5, 150 kg K_2O·ha-1) and organic (25 t ha^{-1}) fertilization was constant. Tubers were planted with a spacing of 67.5 x 40 cm. Herbicides were applied just before plant emergence and no further treatments were applied later. The degree of phytotoxic effect of the preparation was assessed according to the scale of EWRS. Photosynthetic activity of Jerusalem artichoke leaves was determined using a PAM-2000 fluorimeter by Walz GmbH. The following parameters were measured: Fv / Fm – maximum quantum yield of chlorophyll, Y – indicator determining the total quantum gain of photosynthesis and photochemical (Qp) and non-photochemical (Qn) fluorescence quenching coefficients. The content of chlorophyll an and b in fresh leaf mass was determined by the spectrophotometric Arnon method. Phytotoxic damage to Jerusalem artichoke plants caused by the use of the mixture of herbicides Afalon + Command through a temporary inhibition of plant growth negatively affected on the maximum efficiency of PS II photosystems in the dark; PS II performance on light, the current number of electrons in PSII under conditions of adaptation to light, value of photochemical coefficient and non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence. The highest decrease in the content of chlorophyll a was found in the leaves of plants, where the mixture of herbicides Afalon + Command was applied. Dyspersive Afalon 450 SC is a recommendable agricultural practice herbicide for pre-emergence weed control in the cultivation of Jerusalem artichoke, due to the values of chlorophyll fluorescence indicators.

Keywords: herbicides, damages, chlorophyll fluorescence, content of chlorophyll *a*

Introduction

Jerusalem artichoke is a unique, multi-functional species. This a multi-purpose crop used for human food consumption, pharmaceutical applications, biomass and bioenergy (Sawicka 2016, Rossini et al. 2016, 2019). The tubers of Jerusalem artichoke are rich in protein (3.2%, dry weight), which contains 16 amino acids, including 10 essentials for the human body, such as: arginine, valine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, threonine, tryptophan, phenylalanine. These protein compounds have a very similar structure to the thymus protein - they have virtually identical properties to those in the thymus, which is the main regulator of maturation and functional activities of the immune system cells. It contains many minerals necessary for humans, such as: iron (12 mg 100 g^{-1}); magnesium (30 mg 100 g^{-1}), potassium (200 mg 100 g^{-1}); manganese (up to 45 mg 100 g^{-1}); calcium (40 mg 100 g^{-1}); phosphorus (up to 500 mg 100 g^{-1}); silicon (up to 8 mg 100 g^{-1}); zinc (up to 500 mg 100 g^{-1}). The optimal composition of minerals improves the functionality and activity of the immune, endocrine and nervous systems, and improves the state of blood in humans. Jerusalem artichoke tubers have a lot of vitamins C and B, it also contains large amounts of vitamin E and carotenoids. The tuber content of carotenes is 60–70 mg kg^{-1} fresh weight (Kays and Nottingham, 2007, Sawicka 2016). Tubers of this species also contain a large amount of organic acids, including citric, malic, malonic, succinic and fumaric acid. In combination with vitamin C, they have strong antioxidant properties. In addition, Jerusalem artichoke is rich in pectin's, which constitute about 11% of the dry matter of tubers. They are high molecular weight carbohydrates that form cell membranes and intercellular substances. Pectin's have absorbent, astringent and thickening properties. They can lower cholesterol in the body, improve metabolic processes, normalize bowel movements and improve peripheral circulation, but its most valuable feature is its ability to remove from the body without leaving any "trash" and without disturbing the internal balance of the whole body's environment. *Helianthus tuberosus* tubers have the highest concentration of rare natural biologically active substances such as inulin (14-22%). It consists of natural fructofuranoses, which can participate in the same metabolic processes as glucose and can fully replace it in situations where glucose is not absorbed by the cells and for this reason inulin has considerable health value for diabetics and for people with phenylketonuria (disease Heavenly Diapers) (Kays and Nottingham SF 2007, Starovoytov, 2011; Shahgholi et al., 2015, Sawicka 2016, Starovoytov et al. 2017). The use of various herbicides, especially urea and triazine in plant protection, has an impact on the grown chemical composition of tubers and their nutritional value (Sawicka et al. 2015, Sawicka 2016). The rational use of herbicides in plant production is very important, because their improper

use causes stress to plants, which in turn leads to disturbances in their growth and development; the amount of stress that arises depends on the type of active substance, date and conditions of application, fertilization and genetic properties of cultivated plants. According to Lichtenthaler (1996), Praczyk and Skrzypczak (2004), Sawicka (2016) and Rossini et al. (2019) herbicides disrupt photosynthesis, enzymatic transformations, damage chlorophyll, cause excessive transpiration, inhibit cell division (germination and growth). Praczyk, Skrzypczak (2004) and Tomlin (2009) report that the active substances contained in herbicides can easily penetrate into chloroplasts causing damage to photocomposition II and the light energy collection complex (LHC). According to Sawicka et al. (2015) herbicides also interfere with the chlorophyll a: b ratio and reduce the activity of electron transporters. As a result, there are changes in chlorophyll fluorescence parameters (Murkowski 1995; Lichtenthaler 1996; Maciorowski et al. 1996; Skórska and Swarcewicz 2005, Michałek and Sawicka 2007, Sawicka and Michałek 2008, Sawicka et al. 2015, Sulkiewicz and Ciereszko 2016, Živčák et al. 2016, Rossini et al. 2019). Given the above premises, the conducted tests used chlorophyll fluorescence measurements to determine the sensitivity of *Helianthus tuberosus* plants to the herbicides used in the study. Hence, the research was aimed at determining whether the use of herbicides has an impact on the quality of tubers.

1. MATERIAL AND METHODS

The results of the study were based on a strict field experiment conducted in 2013-2015 in the Central-Eastern Poland (51°38′N, 22°54′E), on Luviosol, of granulometric composition of loamy sand, developing into clay of good rye complex, slightly acidic (pH 5.38 in KCl) (WRB 2014). The experiment was established by means of randomized blocks in 3 replications. The research factor were herbicides: A) – Dispersive Afalon 450 SC 500 S.C. – 1.5 dm ha^{-1}; B) – Afalon Dispersive 450 SC + Command 480 SC (1 dm + 0.2 l ha^{-1}); C – Racer 250 SC – 1.5 dm ha^{-1}; D) Sencor 70 WG + Racer 250 SC (0.5 kg + 1.0 dm ha^{-1}); E) control object with mechanical care. The research object was the Polish Albik cultivar. Mineral (100 kg N, 100 kg P_2O_5, 150 kg K_2O·ha-1) and organic (25 t ha^{-1}) fertilization was constant. Tubers were planted with a spacing of 67.5 x 40 cm. Herbicides were applied just before plant emergence and no further treatments were applied later. The control facility used grinding only to cover inter-rows. During the growing season, observations of plant growth and development were carried out every 10 days and phytotoxic damage was assessed.

The phytotoxic effect of herbicides on crops was determined every 7 days, starting from the date of onset of symptoms (clearing, yellowing or blackening of leaf blades) until their stabilization or disappearance. The

degree of phytotoxic effect of the preparation was assessed according to the EWRS. Photosynthetic activity of Jerusalem artichoke leaves was determined using a PAM-2000 fluorimeter by Walz GmbH. The following parameters were measured: Fv / Fm – maximum quantum yield of chlorophyll, Y – indicator determining the total quantum gain of photosynthesis and photochemical (Qp) and non-photochemical (Qn) fluorescence quenching coefficients. All measurements were made in triplicate on the 4th leaf proper from the top of the plant 2 weeks after applying the herbicide. Before measurement, the leaves were shaded for about 20 minutes with special clips from Walz GmbH. The content of chlorophyll *a* and *b* in fresh leaf mass was also determined by the spectrophotometric method described by Arnon (1967). Chlorophyll content in leaves damaged and undamaged by herbicides were determined.

Statistical processing of results was carried out by means of variance (ANOVA) and regression analyses. Significance of variability sources was verified using "F" Fischer-Snedecor test, while value of $LSD_{0.05}$ was estimated with a help of Tukey test. The function parameters were determined by the least-squares method (Laudański and Mańkowski 2007).

Air temperature and rainfall distributions during the experiment varied (Figure 1). In 2013, the average air temperature was below the multi-year norm, and precipitation in June exceeded the long-term norm twice, while in August there was drought. The years 2014-2015 can be described as moist in the first half and dry in the second half of the growing season (Figure 1). The Polish climate is defined as moderate, transitory between the continental climate of the eastern part and the maritime climate of the western part. A characteristic feature of the Polish climate is the large variability in the values of individual climate elements, including air temperatures and precipitation (Skowera et al. 2014).

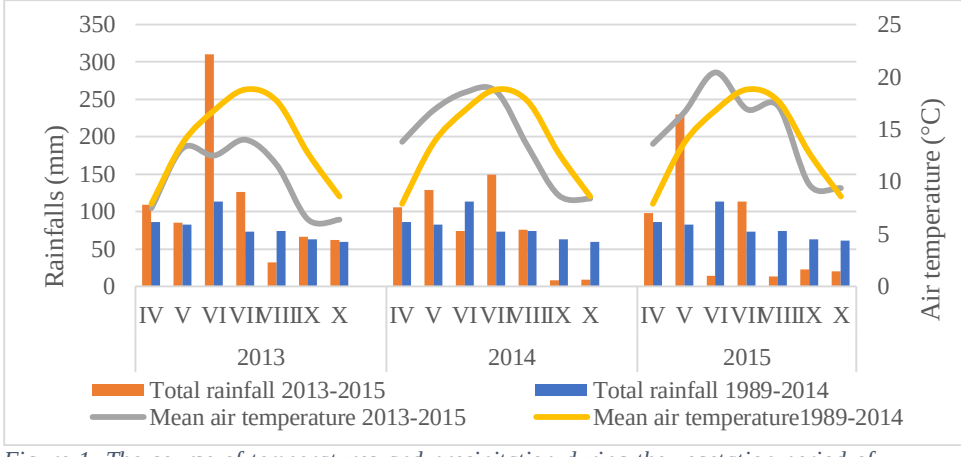


Figure 1. The course of temperatures and precipitation during the vegetation period of plants in 2013-2015 according to the Meteorological Station in Uhnin

2. RESULTS AND DISCUSSION

2.1 Soil coditions

Field experiments in Parczew were carried out on sandy loam soil with clay sand granulometric composition (i.e. light soil) (WRB 2014). In terms of agricultural usefulness, these soils belong to a slightly acidic good rye complex. The soil content included the following assimilable components was as follows: very high in phosphorus and magnesium; high in assimilable boron; while the medium in potassium, copper, manganese, iron and zinc. The soil acidity in KCl solution was 5.92 to 6.6 pH, which classified the experimental soil as slightly acidic. The content of humus in the crop layer was low and amounted to 0.92-1.08% (Table 1).

Table1. Physical and chemical properties of soils in Parczew (2013 – 2015)

Year	Content of assimilable Macronutrients (mg·100 g^{-1} soil)			Humus content (%)	pH (KCl)	Micronutrients content (mg·1 kg^{-1} soil)				
	P_2O_5	K_2O	Mg			Cu	Mn	Zn	Fe	B
2013	20.1	13.1	7.8	0.92	5.92	7.51	318	40.1	3760	7.24
2014	18.9	10.9	7.0	1.08	5.77	4.92	337	56.7	3925	5.28
2015	24.0	11.8	6.3	1.03	6.60	8.99	166	41.1	3600	6.04
Mean	21.0	11.9	7.03	1.02	6.09	7.02	274	46.0	3762	6.17

Source: Own results from in the Laboratory Central of Agro-Ecological, the University of Life Science in Lublin

2.2.Leaf damage

The leaves of Helianthus tuberosus plants, treated with the mixture of herbicides Afalon Dispersion + Command, where the active substances were linuron + clomazone, proved to be very sensitive to this treatment and reacted by bleaching the leaf blades. A further consequence of these herbicides was stunting and dying of damaged leaves (Table 2). The phytocidal changes subsided practically after 6 weeks, but caused irreversible damage to the plant assimilation apparatus. The active substance clomazone inhibits the biosynthesis of pigments (Weimer et al. 1991, Praczyk and Skrzypczak 2004, Tomlin 2009, Živčák et al. 2014). Significantly less leaf damage was observed in objects treated with the Afalon Dispersive preparation alone; preparation Racer (active substance flurochloridone (a compound from the group of pyrolidone derivatives)

and a mixture of herbicides Racer + Sencor (Act of 25 February 2011 on chemical substances and mixtures thereof (Journal of Laws 11.63.322) as amended). the last observation date, 6 weeks after the herbicide treatment, only in facilities with the Afalon Dispersive preparation, all symptoms of herbicidal damage have completely disappeared (Table 2).

Table 2. Degree of damage to the aerial parts of Helianthus tuberosus L. on the EWRC * scale

Herbicides**	Number of days after spraying					
	7	14	21	28	35	42
A	8.3b	5.9c	3.5c	2.9b	2.0b	1.0d
B	8.8a	7.1a	5.0a	3.4a	2.4a	2.0a
C	6.9d	5.1d	3.2d	2.9b	2.2ab	1.4c
D	8.0c	6.5b	4.5b	3.1a	2.4a	1.6b
E	1.0e	1.0e	1.0e	1.0c	1.0c	1.0d
Mean	6.6	5.1	3.4	2.7	2.0	1.4

* 1 – no damage; 9 – complete destruction of the crop;
**A) Afalon Dispersive 450 SC – 1,5 dm ha^{-1}; B) Afalon Dispersive 450 SC + Command 480 SC (1 dm + 0,2 dm ha^{-1}); C) Racer 250 SC – 1,5 dm ha^{-1}; D) Sencor 70 WG + Racer 250 SC (0,5 kg + 1,5 dm ha^{-1}); E) Control object with mechanical care

Jovović et al. (2013) also found significant phytotoxic damage to aerial parts of plants caused by the use of herbicides and mixtures thereof in potato cultivation. Michałek and Sawicka (2007) proved that by transiently inhibiting the growth of Jerusalem artichoke plants, herbicides with the active substance clomazone, consequently, negatively affect the content of dry matter, protein and vitamin C in Helianthus tuberosus tubers.

2.3 Chlorophyll fluorescence indicators

The application of herbicides or mixtures thereof significantly affected the values of chlorophyll fluorescence indexes. The lowest values of these indicators, compared to the control object, were found when using the mixture of preparations Afalon Dispersive + Command (Table 3). It should be noted that the decrease in the value of individual parameters, in particular the maximum efficiency of the PS II photosystem in the dark, indicates a reduced demand for plants for products constituting the so-called assimilation force and about disturbances in the process of plant growth. According to Michałek and Sawicka (2007), this is due to the low values for photosynthetic productivity of this species. The high maximum efficiency of the PS II photosystem indicates that the potential of the tested system is relatively high. According to Warabieda and Borkowska (2004), this is a good indicator of damage caused by various environmental factors

or reduced demand for assimilates. Sulkiewicz and Ciereszko (2016) and Rossini et al. (2016) claim that the parameters of chlorophyll fluorescence induction allow to assess the course and efficiency of photochemical reactions of the light phase of photosynthesis leading to the formation of the so-called "Assimilation force" and their relationship to the enzymatic reactions of the dark phase of photosynthesis. Also, according to other authors (Havaux and Tardy, 1996, Michałek and Sawicka 2007), the value of individual FC indicators depends primarily on the genetic properties of varieties that produce their own assimilates in an individual and specific way. Živčák et al. (2016), Rossini et al. (2016) and Sawicka et al. 2018) showed that the functioning of PS II is the most sensitive indicator of various factors.

Analyzing the values of the Fv / Fm parameter, it was found that these values were higher for the application of the Afalon Dispersive preparation, compared to the use of other weed protection agents (Table 3).

Table 3. Parameters of chlorophyll fluorescence in leaves of *Helianthus tuberosus*

Herbicides**	Fv/Fm		ΔFv/Fm'		Φ_{PSII}		qP		qN	
	Mean	V (%)	Mean	V (%)	Mean	V (%)	Mean	V (%)	Mean	V (%)
A	0.56a	16.70	0.16a	22.31	0,68α	21.72	0.56a	22.60	0.18a	56.14
B	0.49ab	21.30	0.12bc	29.45	0.52c	28.78	0.47c	25.67	0.15b	59.18
C	0.49ab	19.10	0.13b	32.14	0.62b	31.23	0.50b	26.43	0.15b	56.74
D	0.52b	23.20	0.14b	19.77	0.64b	34.12	0.53b	29.11	0.16bc	52.43
E	0.58a	14.80	0.18a	20.89	0.71a	18.66	0.59a	20.36	0.18a	53.06
Mean	0.53	19.02	0.15	24.91	0.63	26.90	0.53	24.83	0.16	55.51

F_V/F_m – maximum efficiency of photosystem II in the dark;
ΔFv/Fm' – efficiency of PS II in of the light;
Φ_{PSII} – Actual number of electrons in PSII in terms of adaptation to light;
qP – coefficient of non-photochemical fluorescence quenching;
qN – coefficient of nonphotochemical fluorescence quenching;
*– coefficient of variation (%);
** - explanations as in table 1

The highest values of maximum PS II efficiency in the dark, PSII efficiency in the light, the current number of electrons in PSII in conditions of adaptation to light as well as non-photochemical and photochemical quenching factors of chlorophyll fluorescence were obtained by using in the pre-emergence, Afalon Dyspersyjny 450 SC preparation, in comparison using the other herbicides tested (Table 3). Živčák et al. (2016) confirm this relationship.

The most stable parameter of chlorophyll fluorescence was the maximum efficiency of photosystem II in the dark, while the most variable

- the coefficient of non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence. The most stable efficiency of the PSII photosystem in the dark was obtained after applying Afalon and in the control facility, while the least stable - in facilities where the mixture of Racer + Sencor preparations was used. The main reasons for this variability are: quality of seed potatoes (health, size, storage method), heterogeneity of the soil environment; agrotechnical errors; varying degrees of disease and pest infestation; uneven surface per plant (vicinity of diseased plants, no emergence), unevenness of the impact of meteorological conditions, such as temperature, light (wavelength, intensity and duration), water supply, humidity, distribution of rainfall over time.

The main meteorological factors affecting the chlorophyll fluorescence indicators of Jerusalem artichoke were air temperature and rainfall of the growing season. The highest indicators of chlorophyll fluorescence, decisive for the biomass yield of this species, were obtained in 2013, with the highest rainfall in the period April - October, and the lowest - in dry 2015 with significant rainfall deficiency in the months September – October (Table 4, Figure 1). Sawicka (2000) caused the highest yield rates in the year with high rainfall in July-August and average daily soil temperature at a depth of 5 cm - 23.7°C. In terms of proper agricultural practice, the variability of yields of the studied varieties can be modified by meteorological factors.

Table 4. Parameters of chlorophyll fluorescence in leaves of *Helianthus tuberosus* dependent of the years*

Herbicides	Fv/Fm		ΔFv/Fm'		$\Phi_{\Pi\Sigma II}$		qP		qN	
	Mean	V (%)	Mean	V (%)	Mean	V (%)	Mean	V (%)	Mean	V (%)
2013	0.62a	18.95	0.18a	20.31	0,72α	21.90	0.52b	21.45	0.16ab	56.02
2014	0.54b	17.12	0.15b	23.34	0.61b	26.63	0.47c	25.67	0.17a	55.21
2015	0.44c	21.00	0.11c	31.07	0.55c	32.16	0.61a	26.43	0.15b	59.43
Mean	0.53	19.02	0.15	24.91	0.63	26.90	0.53	24.52	0.16	55.62

*explanations as in table 1

The Fv / Fm ratio characterizes the performance with which PSII absorbs light energy. The exogenous content of clomazone in the leaves of Helianthus tuberosus caused disturbances in metabolism expressed not only in morphological but also physiological changes (Tab. 3, 4). The functioning of the PS II photosystem is the most sensitive indicator of the effects of various stress factors on plants (Rossini et al. 2016, 2019). A significant negative effect of clomazone on the efficiency of the plant photosynthetic apparatus was observed. Significant reduction of chlorophyll fluorescence induction parameters was found in almost all

experimental facilities where neutralization of adverse herbicide interactions was observed. It is found that most herbicides tend to decrease tuber yields, while Wall et al. (1987) observe a good tolerance Jerusalem artichoke to selective preplant incorporated herbicides except for metribuzin used as both preplant and post-emergence herbicide. The decrease in chlorophyll fluorescence induction parameters under herbicide conditions indicates a reduction in the efficiency of photosynthesis primary reactions in photosystem II. The results obtained indicate a significant negative impact of clomazone on the efficiency of the photosynthetic apparatus of the plants studied. By far the largest decreases in FC induction in *H. tuberosus* leaves. The reduction, under these conditions, of the parameters of chlorophyll fluorescence induction parameters indicates a decrease in the efficiency of primary photosynthesis reactions in photosystem II. As a result of the use of clomazone, the maximum photochemical efficiency of Photosystem II (Fv / Fm) decreased the most. According to Sawicka et al. (2018) increasing the nitrogen dose could neutralize this adverse herbicide effect.

The actual photochemical efficiency of photosystem II related to the efficiency of electron transport (Y) has also changed (Table 3). The use of clomazone and linuron significantly reduced the value of this indicator. This shows that in the case of the use of clomasone, as an active substance, electron transport in PS II was affected to a greater extent, compared to the use of linuron alone or Flurochloridione o.

Analyzing the values of photochemical (Qp) and non-photochemical (Qn) coefficient quenching of chlorophyll fluorescence, it was observed that the changes in their values were clearly dependent on the use of the herbicide (Table 4). The use of clomazone significantly reduced the value of photochemical fluorescence quenching coefficient. Under the conditions of the research, objects with the clomazone + linuron and flurochloridone application were characterized by the least favorable ratio of the number of photons absorbed by PS II to the number of photons consumed by open centers in photosynthesis reactions, and the use of the substance linurone itself - increasing this value. An increase in the value of the non-photochemical quenching index indicates that under these conditions, *Helianthus tuberosus* plants had the greatest disturbances in the Calvin cycle, which are most likely associated with reduced ATP consumption in the dark phase of photosynthesis as a result of using clomazone. This substance is taken up by the roots and shoots of plants and then moved to the leaves.

2.4 Chlorophyll content

The largest phytotoxic damage and the highest decrease in chlorophyll content was observed in plants originating from plants where a mixture of

herbicides Afalon + Command was used, while the smallest - on plants treated with the preparation Afalon Dispersive alone (table 5).

Table 5. Chlorophyll *a* and *b* content in the leaves of *Helianthus tuberosus* (mg·g FW.m.$^{-1}$)

Herbicides*	Chlorophyll *a*			Chlorophyll *b*		
	A**	B***	Mean	A	B	Mean
A	0,54	0,32	0,43d	0,29	0,18	0,24a
B	0,61	0,41	0,51b	0,27	0,16	0,22b
C	0,60	0,30	0,45c	0,30	0,18	0,24a
D	0,52	0,39	0,46c	0,23	0,15	0,19c
E	0,66	0,66	0,66a	0,22	0,22	0,22b
Mean	0,59a	0,42b	0,50	0,26a	0,18b	0,22

* - explanations as Table 2, **A – healthy leaves; **B – damaged leaves

The doses of clomazone and linurone also had a significant effect on the ratio of chlorophyll a: b in Jerusalem artichoke leaves (Figure 2). The highest value of this ratio was characteristic for control plants and herbicide sprayed with Afalon Dispersive, while the smallest leaves of plants sprayed with preparations Afalon Dispersive + Command (Fig. 2). Chlorophyll *a*: *b* ratio values in leaves damaged by herbicides were arranged according to the 3rd degree polynomial regression, and in intact leaves according to the 2nd degree polynomial regression (Figure 2). The determination coefficients of these equations were 85.5% and 93.0%, respectively, which means high reliability.

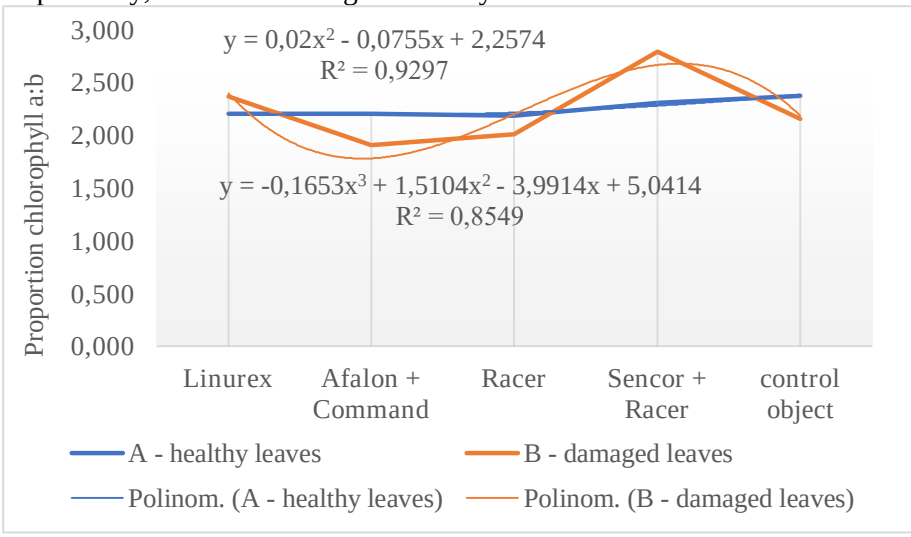


Figure 2. Proportion of chlorophyll *a : b* in *Helianthus tuberosus* leaves

Chlorophyll fluorescence arises when the electrons of the dye molecule return, excited by photons of light, to their base level. There is a transition of electrons from a higher energy level to a lower one with loss of energy in the form of light radiation (Monti et al. 2005). The value of chlorophyll a fluorescence is very low, because it does not exceed 2% of the total light absorbed by the plant (Sulkiewicz and Ciereszko 2016). In vivo testing of chlorophyll a fluorescence is a widespread method of analyzing the photosynthetic efficiency of the photosynthetic system II of plants exposed to abiotic as well as biotic stress factors. Thanks to modern measuring tools, the use of increasingly better fluorimeters, it is possible to perform measurements not only in laboratory conditions, but also in the conditions of the arable field. Chlorophyll fluorescence analysis can be a very fast and precise indicator of malfunctioning of the photosynthetic apparatus, especially in combination with other non-invasive measuring methods (Kalaji 2011, Kuzmanovi´c, et al. 2018, Rossini et al. 2019).

The results obtained from FC induction measurements allow to assess the course and efficiency of photochemical reactions of the light phase of photosynthesis leading to the production of so-called "Assimilation force" and their association with the enzymatic reactions of the dark phase of photosynthesis, which in turn makes it possible to determine the physiological state of plants growing in adverse environmental conditions. Lichenthaler (1996) and Kalaji et al. (2016) suggest that after entering the young embryos through the roots and stems, clomazone stops chlorophyll synthesis and the formation of carotenoids. Jakubiak and Stachecki (2004) and Sulkiewicz and Ciereszko (2016) prove that one should take into account the possibility of subsequent action of clomazone and damage leading to a decrease in plant yield. Jasiewicz et al. (1999) also suggest that stress conditions (e.g. prolonged drought or excess rainfall) can cause disorganization of chloroplast membranes, which directly reduces the efficiency of the PS II photosystem, which is the most sensitive indicator of various stress factors on plants.

Rossini et al. (2019) report that herbicides can also be used in the care of Jerusalem artichoke also as growth regulators. Kosaric et al. (1984) reports that herbicides used on ripening plants may have a positive effect on tuber yield due to the effect of vegetative growth retardation during tuber formation and growth. For example, early application of MCPA or 2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid may stop earlier stem growth. Similarly, the use of the herbicide triapentenol appears to limit stem growth (Kunderlikova et al. 2016). It is known that growth inhibitors, such as triazoles, reduce the length of the stem, while increasing the tuber yield and the dry matter and inulin content. According to (Rossini et al. 2019), gibberellins used on Jerusalem artichoke plants promote stem growth, while inhibiting tuberization and preventing the accumulation of nutrients

in already formed tubers. Conversely, abscisic acid or auxin and some growth regulators stop stem elongation, accelerate tuberization, and increase dry matter and inulin yield Kunderlikova et al. 2016).

3. CONCLUSIONS

1. Chlorophyll fluorescence measurements indicate that they can be considered as indicators for assessing the sensitivity of Helianthus tuberosus plants to herbicides.
2. Significant phytotoxic damage to Jerusalem artichoke plants caused by the use of the mixture of herbicides Afalon + Command through a temporary inhibition of plant growth negatively affected on the maximum efficiency of PS II photosystems in the dark; PS II performance on light, the current number of electrons in PSII under conditions of adaptation to light, value of photochemical coefficient and non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence.
3. Plant phytocidal damage caused by the use of Racer 250 S.C. preparate (brightening and even whitening of leaf blades, and then browning of leaf) and the micsture of Racer + Sencor contributed to a decrease the paramteters of chlorophyll fluorescence.
4. Dyspersive Afalon 450 SC is a recommendable agricultural practice herbicide for pre-emergence weed control in the cultivation of Jerusalem artichoke, due to the values of chlorophyll fluorescence indicators.
5. It is estimated that in conditions of proper agrotechnics, meteorological factors can to a large extent decide on the variability of chlorophyll fluorescence indicators and thus the yield potential of *Helianthus tuberosus*.

REFERENCES

1. Argenta L.C., Lopes N.F. 1992. Pigments accumulation, photosynthetic, respiratory and growth rates in soybean, rice and water-grass as effected by clomazone doses. R. Bras. Fisiol. Veg. 4 (2), 81–86.
2. Arnon D. 1967. Photosynthetic activity of isolte chloroplasts. Physiol. Rev. 47, 317–358.
3. Denoroy, P. The crop physiology of *Helianthus tuberosus* L., A model orientated view. Biomass Bioenergy 1996, 11, 11–32.
4. Jakubiak S., Stachecki S. 2004. Consequential effects of clomazone and metazachlor used together and separately on plants grown in spring after eliminating winter oilseed rape plantation. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops 25, 167–176.

5. Jasiewicz C., Rapacz M., Antonkiewicz J. 1999. The effect of heavy metals on damage to cell membranes and photosynthetic apparatus as well as yield of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). Problem Notebooks of Progress of Agricultural Sciences 469, 403–410. (in polish)
6. Jovović Z., Popović T., Velimirović A., Milić V., Dolijanov Ž., Šilj M., Poštić D. 2013. Efficacy of Chemical Weed Control in Potato (*Solanum tuberosum* L.) Agroznanje, vol. 14, br.4. 2013, 487-495.
7. Kalaji H. M., Jajoo A., Oukarroum A., Brestic M., Živčák M., Samborska A., Cetner M. D., Łukasik I., Goltsev V., Ladle R. J. 2016. Chlorophyll a fluorescence as a tool to monitor physiological status of plants under abiotic stress conditions. Acta Physiologiae Plantarum, 38: 102. https://doi.org/10.1007/s11738-016-2113-y
8. Kays S.I., Nottingham S.F. 2007. Biology and chemistry Jerusalem artichoke, *Helianthus tuberosus* L. CRC Press, 2007. 496 pp. ISBN 9781420044959
9. Kosaric, N., Cosentino, G.P., Wieczorek, A., Duvnjak, Z. The Jerusalem artichoke as an agricultural crop. Biomass 1984, 5, 1–36.
10. Kunderlikova K., Brestic M., Zivcak M., Kusniarova P. 2016. Photosynthetic responses of sun- and shade-grown chlorophyll b deficient mutant of wheat. Journal of Central European Agriculture, 2016, 17(4), 950-956. DOI: 10.5513/JCEA01/17.4.1797
11. Kuzmanovi´c, L., Ruggeri, R., Able, J.A., Bassi, F.M., Maccaferri, M., Tuberosa, R., De Vita, P., Rossini, F., Ceoloni, C. 2018. Yield of chromosomally engineered durum wheat-Thinopyrum ponticum recombinant lines in a range of contrasting rain-fed environments. Field Crops Res. 228, 147–157.
12. Laudański Z., Mańkowski D. 2007. Planning and statistical inference in agricultural research. Teaching materials. The Plant Breeding and Acclimatization Institute (IHAR) – National Research Institute. Radzików, pp 142. http,//www.ihar.edu.pl/index_en.php
13. Lichenthaler H.K. 1996. Vegetation stress an introduction to the stress concept in plants. J. Plant Physiol. 148, 4–11.
14. Maciorowski R., Piech M., Stankowski S., Murkowski A. 1996. Chlorophyll fluorescence as a quick test of the reaction of winter triticale to urea herbicides. Fragmenta Agronomica, 61–69. (in polish)\
15. Michałek W., Sawicka B. 2007. Chlorophyll fluorescence as one of indicators the yield and quality tubers of *Helianthus tuberosus* L. (w:) Agrophysical problems of shaping the agricultural environment and the quality of food raw materials. Chapter, Physical properties of plant raw materials. Scientific Publisher FRNA, Lublin, Ed. S. Nawrocki, S. Grundas, Z. Sokołowska, DOI, 10.13140 / 2.1.2010.6882 (in Polish)

16. Monti A.; Amaducci M.T.; Venturi, G. 2005. Growth response, leaf gas exchange and fructans accumulation of Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus L.) as affected by different water regimes. Eur. J. Agron. 23, 136–145.
17. Murkowski A. 1995. Biophysical methods of studying photosynthesis of rapeseed plants resistant to triazine herbicide. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops 16, 127–133. (in polish)
18. Praczyk T., Skrzypczak G. 2004. Herbicides. State Agricultural and Forestry Publishing House, Poznań, 274 pp. ISBN, 83-09-01786-3 (in polish)
19. Rossini F., Provenzano ME, Kuzmanovi´c L., Ruggeri R. 2019. Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), A Versatile and Sustainable Crop for Renewable Energy Production in Europe. Agronomy 9, 528, doi,10.3390/agronomy9090528
20. Rossini, F., Loreti, P., Provenzano, M.E., De Santis, D., Ruggeri, R. 2016. Agronomic performance and beer quality assessment of twenty hop cultivars grown in central Italy. Ital. J. Agron. 2016, 11, 180–187.
21. Sawicka B. 2004. Quality of *Helianthus tuberosus* L. tubers under herbicide conditions. Ann. UMCS, E 59 (3), 1245–1257. (in polish)
22. Sawicka B. 2016. Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Biology, breeding, usefulness. University of Life Sciences in Lublin, pp. 222, IBSN, 978-83-7259-252-1
23. Sawicka B., Michałek W. 2008. Photosynthetic activity of *Helianthus tuberosus* L. depending on a soil and mineral fertilization. Polish Journal of Soil Science, 41 (2), PL ISSN 0079-2985, 209-222.
24. Sawicka B., Michałek W., Pszczółkowski P. 2015. The relationship of potato tubers chemical composition with selected physiological indicators. Zemdirbyste-Agriculture, vol. 102, No 1, 41-50, ISSN 1392-3196
25. Sawicka B., Michałek W., Pszczółkowski P., Danilcenko H. 2018. Variation in productivity of *Ipomoea batatas* at various rates of nitrogen fertilization. Zemdirbyste 105 (2): 149-158, DOI: 10.13080 / za.2018.105.019
26. Shahgholi, H., Makarian, H., Shokati, B., Talaei, GH. Asgharipour, MR 2015. Do soil cultivation methods affect the germination and species similarity of the soil weed seed bank? In Acta Technologica Agriculturae 18, 4, 97–101.
27. Skórska E., Swarcewicz M. 2005. The use of chlorophyll fluorescence to assess the effectiveness of selected adjuvants in a mixture with atrazine. Agricultural Engineering 64, 253–259. (in polish)
28. Skowera, B., Kopcińska, J., Kopeć, B. 2014. Changes in thermal and precipitation conditions in Poland in 1971-2010. Annals of Warsaw University of Life Sciences, Land Reclamation 2-14, 46(2), 153–162.

29. Starovoytov V., Starovoytova O., Aldoshin N., Manohina A. 2017. Jerusalem artichoke as a means of fields conservation. Acta Technologica Agriculturae, 1, DOI, 10.1515/ata-2017-0002
30. Starovoytov, V.I. 2011. Innovative development of potatoes and Jerusalem artichoke for 2012–2015 // Innovative development of potato and Jerusalem artichoke. VI Forum of EU State Projects Programs. M., federal state. Special Issue, 12 (58/1), 56-63.
31. Sulkiewicz M., Ciereszko I. 2016. Fluorescencja chlorofilu *a* – historia odkrycia i zastosowanie w badaniach roślin. Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych 2016, 1 (310), 103–115 (in polish)
32. Tomlin C.D.S. 2009. MCPA. p. 709–712. (In,) The Pesticide Manual, A World Compendium. (C.D.S. Tomlin, eds.), 14th ed. BCPC Publication, Hampshire, UK, 1457 pp.
33. Usanova, Z.I., Pavlov, MN 2016. Possibility of using Jerusalem artichoke as a phytomeliorant in acid rain contaminated with soda-soapy soil. In Ecology and Industry of Russia, 10, 37–41.
34. Wall, D.A., Kiehn, F.A., Friesen, G.H. Tolerance of Columbia Jerusalem artichoke to selective herbicides. Can. J. Plant Sci. 1987, 67, 835–837.
35. Warabieda W., Borkowska B. 2004. Fluorescencja chlorofilu jako narzędzie diagnostyczne do oceny z odporność jabłek na dwa-przędziorek (Tetranychus urticae Koch.), EJPAU 7 (1), # 05. (in polish)
36. Weimer M.R., Buhler D.D., Balke N.E. 1991. Clomazone selectivity, absence of differential uptake, translocation, or detoxication. Weed Sci. 39, 529–534.
37. WRB 2014. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports 106, Food and Agriculture Organization of the United Nations Viale delle Terme di Caracalla 00100 Rome, Italy
38. Živčák M., Olšovská K., Slamka P., Galambošová J., Rataj V., Shao H.B., Brestič M. 2014. Application of chlorophyll fluorescence performance indices to assesses the withe phothosyntetic functions influenced by nitrogen deficiency. Plant Soil Environ. 60(5), 210–215.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

MARUL (LACTUCA SATİVA L.) TOHUMUNDA FARKLI DOZ BİTKİ BESİN ELEMENTLİ PELET KAPLAMANIN BAZI ÇİMLENME PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Effect of Different Dose Plant Nutrient Pellet Coating on Some Germination Parameters of Lettuce Seed

Ahmet Fatih Hacıyusufoğlu[1] & **Burçin Çakaloz**[2]

1 (Dr. Öğr. Üyesi); Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın MYO, Aydın-Türkiye, afatih@adu.edu.tr
2 (Öğr. Gör.); Akdeniz Üniversitesi, Finike MYO, Antalya-Türkiye, cakaloz@akdeniz.edu.tr

Öz: Bitkisel üretimde başarılı bir tohum/fide oluşturulmasında; genetik özelliklerin yanında, optimum çimlenme faktörlerinin de ortaya konulması ile mümkün olmaktadır. Bu çalışma da; standart marul tohumlarına(Kontrol); bitki besin elementsiz pelet kaplama (K), 50cc/kg(K_1) ve 100cc/kg (K_2) dozlarında sıvı bitki besin elementli pelet kaplama uygulaması yapılarak, fiziko-mekanik özellikler ile laboratuvar ve sera ortamında bazı çimlenme-fide gelişim faktörleri bakımından karşılaştırılmıştır. Küresellik bakımından kaplı olmayan marul tohumlarında 0,311 değerinden, 1/20 oranında toz peletle kaplanan tohumlarda sırasıyla K=0.865, K_1=0,864 ve K_2=0,841 değerlerine ulaşmıştır. Laboratuvar koşullarında çimlenme hızı ve çimlenme oranı olarak en yüksek değerler sırasıyla 3.86 ve % 96.66 ile K_2'de elde edilmiştir. Sera koşullarında ise; fide boyu 15.8 cm, fide çapı 2.9 mm, gerçek yaprak sayısı 7.5 adet, gövde yaş ağırlığı 4.74 g, gövde kuru ağırlığı 0.22 g olarak en yüksek değerler kaplı olmayan tohumlarda elde edilirken, kök boyu (7.2cm) bakımından 50cc/kg sıvı bitki besleme elementli kaplı tohumlarda, kök yaş ağırlığı (0.49g) ve kök kuru ağırlığı (0.04g) bakımından ise bitki besin elementsiz kaplı tohumlardan elde edilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Tohum Kaplama, Pelet Kaplama, Marul Tohumu

Abstract: In forming a successful seed / seedling in plant production; In addition to the genetic characteristics, optimum germination factors are made possible. In this study; lettuce seeds; The plant nutrient-free pellet coating (K), 50cc / kg (K1) and 100cc / kg K2) liquid plant nutrient pellet coating application was made and physico-mechanical properties were compared with some germination-seedling growth factors in laboratory and greenhouse environment. In terms of sphericity, it has increased from 0,311 in lettuce seeds to K = 0.865, K1 = 0.864 and K2 = 0.841 in seeds coated with 1/20 powder pellets, respectively. The highest germination rate and germination rate in laboratory conditions were obtained at K2 with 3.86 and 96.66%, respectively. In greenhouse conditions; seedling length 15.8 cm, seedling diameter 2.9 mm, the actual number of leaves 7.5 pieces, trunk wet weight 4.74 g, dry body weight 0.22 g, the highest values are obtained in non-coated seeds, root length (7.2cm) in terms of 50cc / kg liquid plant feeding

elemental coated seeds, root wet weight (0.49g) and root dry weight (0.04g) in terms of plant nutrient elements were obtained from coated seeds.
Keywords: Seed Coating, Seed Pelleting, Lettuce Seed

GİRİŞ

Tohum pazarı son yıllarda ticari küreselleşmeye bağlı olarak büyük önem kazanmıştır. Özellikle bazı sebze ve süs bitkileri tohumları ticari olarak değerli konuma geçmişlerdir. Bir taraftan tohum maliyetlerinde artış olmakla birlikte, yetiştiricilerin ilerletilmiş tohum performansına dair beklentileri ve talepleri daha da artmakta ve ürün veriminde düşüş kabul edilemez olmaktadır. Dünya'da 1940'larda, Amerika'da ve ülkemizde ise 1970'li yıllarda çalışılmaya başlanan tohum kaplamacılığı gün geçtikçe daha da yaygın hale gelmektedir. Özellikle hibrid tohumlarının çok pahalı olması ve küçük çaplı tohumların tekdane ekime uygun olmaması peletle tohum kaplama alanına yönelmeyi zorunlu kılmaktadır. Çeşitli ülkelerde büyük yatırımlar yapılarak özel sektör tarafından piyasaya sunulan peletle kaplanmış tohumlar ülkemizde de kullanılmaktadır. Tohum kaplama uygulaması yapan sektörel firmalar kullandıkları yöntem, peletleme materyalleri ve Ar-Ge çalışmalarının birçoğunu gizli tutmaktadırlar.

Genel olarak tohum peletleme; ekilebilirlik ve performansı artırmak için tohuma uygulanan yöntemdir. Tohum peletleme; küçük, hafif ve şekilsiz tohumların makineli ekime uygun hale getirilmesi için katı partiküllerin tohumun etrafına sardırılması işlemidir. Peletlemede tohumun şeklini ve boyutunu değiştirmek için tohumun daha ağır ve küresel olması için kaplama malzemeleri kullanmaktadır. Peletleme bir tohumun esas şeklini gizleme yeteneği ile karakterize edilmektedir (Copeland ve McDonald, 1995). Peletleme kaplamanın temel hedefi, kaplama işlemi sırasında tohum kaplama materyallerini tohum yüzeyine üniform bir şekilde uygulamaktır (Kavak, 2006, Sikhoa ve ark., 2015).

Değişik amalgam dolgu (kireçtaşı, kalsiyum karbonat, talk, vermikülit, tebeşir, perlit, kum, turba ve ağaç lifleri) ve çimento katkı maddesi, yapıştırıcı madde (Arap zamkı, jelatin, etilselüloz, polivinil alkol, polyoxylethyleneglycol bazlı balmumları) pelet oluşturulmasında kullanılır ve mantar öldürücüler, kalsiyum oksit, peroksitler ve mikroorganizmalar gibi diğer bileşikler tohum peletlenmesinde eklenebilir. Ancak tohum kalitesinin korunması gereklidir ve çimlenmeye engel olmamalıdır. Ayrıca kaplama malzemelerinin içerisine çimlenmeyi ve fide gelişimini teşvik ediciler de karıştırılarak daha hızlı çimlenme, çıkış ve fide gelişimi elde edilebilmektedir (Taylor et al. 1998; Zeļonka et al. 2005; Gerber, 1988; Nascimento ve ark., 1993; Taylor ve ark, 1998; Rufino ve ark., 2013; Corlett ve ark., 2014; Haciyusufoglu ve Erkul, 2015). Peletleme farklı boyutlarda, şekillerde ve renklerde oluşturulabilmektedir.

Marul (Lactuca sativa L.) tohumları çok küçük olup bin dane ağırlığı yaklaşık 0.9 g'dır. Bu yüzden ticari marul tohumları genellikle kaplanmış olarak satılmaktadır (Sarıçam ve ark, 2018).

Bu çalışmada; Duna çeşidi marul tohumlarına farklı dozdaki bitki besin içeriği ile pelet kaplama uygulaması yapılarak, uygulama sonrasında küresellik, çıkış hızı, çıkış gücü(%), fide boyu (cm), fide çapı (mm), gerçek yaprak sayısı(adet), gövde yaş ağırlığı (g), gövde kuru ağırlığı (g), kök yaş boyu (cm), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı(g) parametreleri kaplı ve kaplı olmayan tohumlar açısından karşılaştırılması yapılmıştır.

MATERYAL & YÖNTEM

Denemelerde tohum kaplama için, yatay eksenli 450 mm çaplı tohum kaplama makinası kullanılmıştır (Şekil 1). Makina rotoru gücünü 220V 1.5 kW'lık elektrik motorundan almaktadır. Rotor devir hızı, hız kontrol cihazı sayesinde 0-1500 min^{-1} aralığında ayarlanabilmektedir. Denemeler esnasında rotor devir hızı 250 min^{-1} olarak ayarlanmıştır.



Şekil 1. Tohum kaplama makinası

Çalışmada, Duna çeşidi marul tohumlarına peletleme kaplama uygulanmıştır. Marul tohumları 1/20 oranında(1 kg tohuma 20 kg tohum kaplama tozu) Kwizda marka 2 numaralı hazır tohum kaplama tozu ile kaplanarak çapları büyütülmüştür (Şekil 2). Ayrıca tohumlara kaplama yapılırken 50 cc/kg ve 100 cc/kg dozda sıvı halde bitki besin elementleri dahil edilmiştir. Sıvı bitki besin elementi; %4 N, %4 P_2O_5, %4 K_20, %25 Humik Asit ve %6 Zn içeriğine sahiptir.



Şekil 2. Kaplı olmayan ve kaplı marul tohumları

Tohumlara kaplama öncesi ve kaplama sonrasında genişlik, boy ve kalınlık ölçümleri yapılmış, geometrik ortalama çapları ve küresellikleri hesaplanmıştır.

Tohumların geometrik ortalama çapları ve küresellikleri aşağıdaki formüllerden yararlanılarak hesaplanmıştır; (Aydın, 2003; Mohsenin, 1978; Olajide&Igbeka, 2003; Yalçın et.al., 2007).

$$D_g = (LWT)^{1/3} \quad [1]$$

$$\phi = \frac{(LWT)^{1/3}}{L} \quad [2]$$

Formüllerde; L uzunluk (mm); W, genişlik (mm) ve T ise kalınlığı (mm) ifade etmektedir.

Ayrıca kaplı tohumlarından 3'er tekerrür 100'er adet tohum kırılarak, her bir peletteki tohum sayıları ortalamaları bulunmuştur.

Laboratuvar koşullarında iklim dolabındaki çimlendirme testleri, 3 tekerrürden oluşan (her tekerrürde 100 tohum) toplam 300 tohumla yapılmıştır. Çimlendirme testlerinde kaplı olmayan tohumlar standart filtre kâğıtları, kaplı tohumlar ise kaplı tohumlar için özel üretilmiş çimlenme kağıtları üzerine koyulmuş ve ISTA normları esas alınarak 20 °C de 10 cc su ile 4., 7. ve 10. gün sayımları yapılarak çıkış hızı ve çıkış gücü değerleri elde edilmiştir. (Şekil 3). Kökçük uzunluğu 0.5 cm olan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve çimlendirme ortamının ihtiyacına göre sulama yapılmıştır.



Şekil 3. Kaplı tohumların çimlenmesi

Çıkış hızı (ÇH) ve çıkış oranı (ÇO) aşağıdaki eşitliklerden yararlanarak bulunmuştur; (Ellis ve Roberts, 1980)

$$ÇH = \frac{\text{Sayım günü çimlenen tohum sayısı} \times \text{Sayımın yapıldığı gün}}{\text{Toplam çimlenen tohum sayısı}}$$

$$ÇO = \frac{\text{Toplam çimlenen tohum sayısı}}{\text{Petri kabındaki tohum sayısı}} x100$$

Antalya ilindeki sera ortamında gerçekleştirilen çimlendirme testlerinde tohumların ekimi, göz boyutları 32x32x51 mm olan 216 gözlü viyollere ve 1/3 oranında perlit-torf karışımına yapılmıştır. Ortalama 22 °C ve %70 oransal nemde düzenli sulama yapılmıştır (Şekil 4). Fide özelliklerinin belirlenmesi için fide boyu, fide gövde çapı, gerçek yaprak sayısı, gövde yaş ve kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı değerleri incelenmiştir. Fide boyu ve kök uzunluğu cetvelle, fide gövde çapı dijital kumpasla, kök ve gövdenin yaş ve kuru ağırlıkları hassas terazi (±0,01 g) ile ölçülmüştür. Kuru ağırlık değerleri için fideler, yaş ölçümlerinin ardından etüvde 50 °C'de 48 saat süreyle kurutulmuştur.



Şekil 4. Viyollerde çimlenen marul fideleri

BULGULAR VE TARTIŞMA

Marul tohumlarına ait bazı fiziko-mekanik özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bazı Fiziko-Mekanik Özellikler

Tohum Grubu	Bin D.A.(g)	Ort. U.(mm)	Ort. G.(mm)	Ort. K.(mm)	Geo.Ort.Ç (mm)	Küre.
Kontrol	0.83	4.146	1.180	0.441	1.293	0.311
K	16.28	4.523	3.610	3.670	3.913	0.865
K_1	16.35	4.538	3.624	3.667	3.921	0.864
K_2	16.30	4.526	3.621	3.663	3.808	0.841

Kontrol: Kaplı olmayan marul tohumu, K: Bitki besin elementsiz kaplı tohum, K_1: Tek doz sıvı bitki besleme elementli kaplı tohum, K_2: Çift doz sıvı bitki besleme elementli kaplı tohum

Bin D.A: Bin dane ağırlığı, Ort. U: Ortalama Uzunluk, Ort. G: Ortalama Genişlik, Ort. K. Ortalama Kalınlık, Geo. Ort. Ç.; Geometrik Ortalama Çap, Küre: Küresellik

Kaplı tohumların her bir pelette bulunan ortalama tohum sayıları ise; %95 tek, %2 boş ve %3 ise çift tohum olarak sayılmıştır.

Marul tohumlarına ait laboratuvar ve sera koşullarında elde edilen $ÇH_{ort}$: Ortalama çıkış hızı, $ÇO_{ort}$: Ortalama çıkış oranı değerleri Çizelge 2 ve 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. Laboratuvar koşullarında marul tohumlarına ait ortalama çimlenme değerleri

Tohum Grubu	**$ÇH_{ort}$**	**$ÇO_{ort}$(%)**
Kontrol	3.68	95.66
K	3.71	95.33
K_1	3.88	95.00
K_2	3.86	96.66

$ÇH_{ort}$: Ortalama çıkış hızı, $ÇO_{ort}$: Ortalama çıkış oranı

Denemelerde oluşturulan dört farklı marul tohumları grubunda; laboratuvar koşullarında çimlenme parametreleri açısından aralarında önemli bir fark bulunmamaktadır.

Çizelge 3. Sera koşullarında marul tohumlarına ait ortalama çimlenme değerleri

Tohum Grubu	**$ÇH_{ort}$**	**$ÇO_{ort}$(%)**
Kontrol	3.98	95.33
K	3.52	91.66
K_1	2.79	96.00
K_2	1.88	84.33

$ÇH_{ort}$: Ortalama çıkış hızı, $ÇO_{ort}$: Ortalama çıkış oranı

Sera koşullarında K_2 kaplamasının çimlenme değerleri bakımından olumsuz sonuç elde edildiği görülmektedir.

Sera koşullarına göre çıkış oranlarına istatistik olarak test uygulandığında, Çizelge 4'deki tek yönlü varyans analizi sonuçlarına bakıldığında kontrol ve kaplı tohumların çıkış oranlarının interaksiyonunun önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

Çizelge 4. Sera şartlarında çıkış oranlarının istatistiki analizi

Çimlenme

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	257.667	3	85.889	14.315	.001
Within Groups	48.000	8	6.000		
Total	305.667	11			

Çizelge 5'teki analiz sonuçlarına bakıldığında ise; K_2 grubunun çıkış oranının diğer gruplara göre çıkış oranlarında anlamlı bir farklılık oluştuğu görülmektedir.

Çizelge 5. Çıkış oranlarının Duncan gruplandırması

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
grubu	N	1	2
K2	3	84.3333	
K	3		91.6667
Kontrol	3		95.3333
K1	3		96.0000
Sig.		1.000	.071

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Tohum çimlenmesinin ardından marul fidelerinde yapılan kök, gövde ve yaprak ölçümleri Çizelge 6'de verilmiştir.

Çizelge 6. Marul fidelerine ait kök, gövde ve yaprak değerleri

	Kontrol	*K*	*K1*	*K2*
Fide Boyu (cm)	**15.8**	13.2	13.2	13.0
Fide Çapı (mm)	**2.9**	2.8	2.8	2.6
Gerçek Yaprak Sayısı (adet)	**7.5**	7.0	6.75	7.0
Gövde Yaş Ağırlığı (g)	**4.74**	3.78	4.01	3.69
Gövde Kuru Ağırlığı (g)	**0.22**	0.17	0.12	0.16
Kök Boyu (cm)	7.2	7.7	**7.9**	7.1
Kök Yaş Ağırlığı (g)	0.49	**0.61**	0.51	0.52
Kök Kuru Ağırlığı (g)	0.04	**0.05**	0.03	0.04

Fide boyu ve çapı değerleri en yüksek kaplı olmayan (Kontrol) marul tohumlarında, en düşük çift doz sıvı bitki besleme elementli kaplı (K_2) tohumlarda elde edilmiştir. Bitki besin elementsiz kaplı (K) ve tek doz sıvı bitki besin elementi kaplı (K_1) tohumlar arasında ise bu değerler bakımından bir fark oluşmamıştır.

Gerçek yaprak sayısı en yüksek Kontrol, en düşük ise K_1 uygulamalarında elde edilmiş; K ve K_1 uygulamaları arasında bir fark oluşmamıştır.

Kontrol marul fideleri en yüksek gövde yaş ağırlığına ulaşırken; kök yaş ağırlığında en yüksek değer K uygulamasında ölçülmüştür. Gövde ve kök kuru ağırlıklarındaki değerlendirme de benzer şekildedir.

SONUÇ

Kaplama teknolojileri tohumları hastalık ve zararlılardan üst düzeyde korumasının yanında, ekimde kolaylık ve bitki gelişimine de katkı sağlayan bir teknolojik yararı olan alternatif tekniklerdendir. Bu çalışmada, duna çeşidi marul tohumları 1/20 oranında peletle kaplanarak boyutları büyütülmüştür. Kaplı olmayan tohumlar da (Kontrol) dahil olmak üzere, besin elementi ilavesiz kaplı tohum (K), 50cc/kg ilaveli kaplı tohum (K_1) ve 100cc/kg ilaveli kaplı tohum (K_2) olmak üzere 4 farklı tohum uygulamasının bazı fiziko-mekanik, çimlenme ve fide gelişim parametreleri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda; 1/20 oranında

kaplamanın ekim açısından önemli bir kriter olan küresellik parametresinde 0.13 değerinden 0.86 değerine ulaştığı görülmüştür.

Sera şartlarında elde edilen verilere göre; çıkış hızı bakımından kaplı olmayan marul tohumlarında en yüksek değer(3.98) elde edilirken, kaplı tohumlarda sıvı bitki besin elementi dozu arttıkça daha düşük çıkış hızının oluştuğu ve en düşük değerin(1.88) K_2 çeşidinde olduğu görülmüştür. Çıkış gücü bakımından da en yüksek değer(%95.33) kaplı olmayan marul tohumunda, en düşük değer(%84.33) ise K_2 uygulamasında elde edilmiştir.

50cc/kg-100cc/kg dozlarında eklenen sıvı bitki besin elementli pelet kaplamanın fide boyu, fide çapı, gerçek yaprak sayısı verilerine olumlu bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bitki besin elementsiz pelet kaplamanın (K) kök yaş ağırlığı değeri bakımından olumlu etkisi olduğu ortaya çıkmaktadır.

Kontrol marul fideleri en yüksek gövde yaş ağırlığına ulaşırken; kök kuru ağırlığı ve kök yaş ağırlığında en yüksek değer K uygulamasında elde edilmiştir. Kök boyu değerlerinde ise en olumlu sonuç, K_1 kaplamalarında görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Corlett, FMF, Rufino, C.A., Vieira, J.F, Tavares, L.C., Tunes, L.V.M, and Barros, A.C.S.A. 2014.The influence of seed coating on the vigor and early seedling growth of barley. Cien. Inv. Agr.41(1):129-136
2. Copeland, L. O. and McDonald, M. B. 1995. Seed Science and Technology, 3rd edn. New York, Chapman & Hall.
3. Gerber,D., 1988. Seed pellets and process for their manufacture. US Patent 4,759,151.
4. Ellis, R., Roberts, E.H., 1980. Towards a rational basis for testing seed quality. In. Seed production, Butter Worths. London, 605–635.
5. Haciyusufoglu, A. F., Erkul, A., 2015. Arpa Tohumuna Bitki Besin Elementli Peletle Tohum Kaplama Metodu Uygulanması, International Journal of Scientific and Technological R., Sayı 1, No. 6 ISSN 2422-8702(Online)
6. ISTA, 2013. International Rules for Seed Testing. Seed Sci. Technol. 21: 1-288.
7. Kavak, S., 2006. Bazı Polimer Kaplama Materyal ve Uygulamalarının Soğan Tohumu Depo Ömrü ve Yaşlanma Üzerine Etkileri, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. s. 3.
8. Nascimento, W., Silva, J., and Marton, L. 1993. Qualidade fisiológica de sementes peletizadas de tomate durante o armazenamento. Informativo abrates3:47.

9. Rufino, C.A., Tavares, L.C., Brunes, A.P., Lemes, E.S., and Villela, F.A.. 2013. Treatment of wheat seed with zinc, fungicide, and polymer seed quality and yield. J. Seed Sci.vol.35 no.1 ISSN 2317-1537.
10. Sarıçam, Ş, Kantoğlu, K.Y., Ş. Şebnem Ellialtıoğlu, Ş. Ş., 2018. Kaplı ve Kapsız Marul (Lactuca sativa var. longifolia cv. Cervantes) Tohumlarında Etkili Mutasyon Dozunun Belirlenmesi. E-Tralleis Dergisi, Cilt:3 Sayı:2, ss. 229-242.
11. Sikhoa, P., Taylor, G.A., Marino, E.T., Catranis, C.M., Siri, B., 2014. Development of Seed Aggromeration Technology Using Lettuce and Tomato as Model Vegetable Crop Seeds, Scientia Horticulturae,Elseveir Academic Press, Oxford, England, pp.85-92.
12. Taylor, A. G., Allen, P. S., Bennett, M. A., Bardford, K. J., Burris, J. S., Misra, M. K., 1998, Seed Enhancements, Seed Sc. Res. 8, USA:245-256.
13. Zeļonka, L., Stramkale, V. and Vikmane1M. Eff ect and after-eff ect of barley seed coating with
phosphorus on germination, photosynthetic pigments and grain yield. Acta Universitatis Latviensis, 2005, Vol. 691, Biology, pp. 111–119.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ALTINOLUK ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİNDEKİ SAF KARAÇAM (PİNUS NİGRA ARNOLD.) MEŞCERELERİNDE SIKLIK BAKIMININ BÜYÜMEYE ETKİSİ

The Effects of Precommercial Thinning on Growth of Anatolian Black Pine (Pinus Nigra Arnold.) Stands in The Altinoluk Forest Range District

Tuğrul Varol[1] & Halil Barış Özel[1] & Neslihan Atar[1]

[a] *Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye, E-posta: halilbarisozel@gmail.com*

Öz: Kanaatkar bir tür olması nedeniyle geniş bir yayılış alanı olan ve ağaçlandırma çalışmalarında yaygın olarak kullanılan karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), meşcerelerinin gelişiminde sıklık bakımı müdahalelerinin etkileri geçmişten günümüze kadar tartışılmaktadır. Bu araştırmada Altınoluk yöresindeki saf karaçam meşcerelerinde 2000 yılında gerçekleştirilen sıklık bakımı müdahalelerinin boy ve çap gelişimi üzerinde etkileri incelenmiştir. Bakım müdahalesi yapılan alanlardan 15 tekrarlı olarak alınan deneme alanlarında yapılan ölçüm sonuçları ile sıklık bakımı müdahalelerinin gerçekleştirilmediği alanlardan alınan deneme alanlarından yapılan ölçüm sonuçları varyans analizi (ANOVA) ile gerçekleştirilmiştir. Müdahale görmüş alanlardaki karaçam bireylerin yapılan boy ve çap gelişimleri ile müdahale görmemiş alanlarda yapılan boy ve çap gelişimleri arasında varyans analizinin sonucuna göre $P<0.05$ güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu kapsamda gruplandırma için uygulanan Duncan Testinin sonucuna göre sıklık bakımı yapılan alanlarda boy ve çap gelişim değerleri birinci grupta yer alırken, yapılmayan kontrol alanlarındaki boy ve çap değerleri ikinci grupta yer almıştır. Bu sonuçlara göre yarı ışık ağaç türlerinden olan karaçamın sıklık çağına gelmiş olan meşcerelerinde, meşcere sağlığını ve kalitesini artırmak amacıyla sıklık bakımı müdahaleleri yapılmalıdır. Söz konusu bu müdahaleler türün hacim artımı açısından da olumlu bir etkiye sahiptir. Diğer taraftan geleceğin istikbal ağaçlarının belirlenmesi ve bu ağaçların yavaş yavaş sekonder meşcereyi oluşturması yönünden de karaçamda yapılacak sıklık bakımı müdahalelerinin olumlu etkileri söz konusudur.

Anahtar kelimeler: Sıklık bakımı, büyüme, karaçam

Abstract: The context of this study, the effects of precommercial thinning aplications in the growth of stands of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* Arnold.), widely used in forestation studies, are discussed from the past to the present. In this study, the effects of precommercial thinning on height and diameter development in the pure Anatolian black pine stands in Altınoluk Forest Range District's region were investigated. The results of the measurements made in the sample plots taken from the care intervention areas and the sample plots taken

from the areas where the precommercial thinning applications care interventions were not performed were carried out with variance analysis (ANOVA). A statistically significant difference was found in P <0.05 confidence level according to the results of the analysis of variance between the height and diameter growth and the height and diameter growth of the larvae in the intervention areas. In this context, according to the results of Duncan Range Test applied for grouping, height and diameter growth values were taken into the first group in the areas where precommercial thinning was maintained, while the height and diameter values in the control areas that were not performed were in the second group. According to these results, Anatolian Black Pine, one of the semi-light tree species, have to be done in order to increase the health and quality of the stands. These precommercial thinning have a positive effect on the volume increase and stand stability of this specie.

Keywords: Precommercial thinning, growth, Black Pine

1. Giriş

Doğadaki tüm canlılar hem bireysel olarak hem de oluşturdukları popülasyonları itibarıyla denge içinde yaşamaktadırlar. Bu denge canlıların gelişim dönemlerine göre iç ve dış faktörlerin etkisi ile farklı şekillerde ve farklı düzeylerde gerçekleşmektedir. Sağladıkları ürün ve hizmetlerin çeşitliliği yönünden çok önemli fonksiyonları yerine getiren ormanlar, doğada mevcut dengenin sağlanmasında ve devamlılığında önemli rol oynayan bir canlı varlıktır. Sahip olduğu dinamikler vasıtasıyla her dönem ve her gelişim çağında topluma faydası dokunan bu önemli varlığın işletme amaçlarına ve aktüel meşcere kuruluşlarına uygun olarak şekillendirilmesinde doğru teknikler ile bakılması ve büyütülmesi gerekmektedir (Saatçioğlu, 1971). İdare süresi sonuna gelen ve doğal yapısını gelişim çağlarına göre şekillendiren ormanlar hem olumsuz faktörlere karşı dayanıklı olduğu gibi hem de sağlık ve kalite açısından da çok önemli ve üst düzey bir değer arz etmektedir (Odabaşı ve ark., 2007). Bunun yanı sıra birçok canlıya da ev sahipliği yapan ve hep birlikte çok önemli bir ekosistem ve ekolojik dengeye sahip olan ormanlarda gelişim çağlarının çok doğru bir şekilde takip edilerek belirlenmesi ve uygun müdahalenin tespit edilerek uygulanması devamlılık ve sürdürülebilir yönetim açısından değerlidir. Diğer taraftan özellikle son yıllarda ortaya çıkan küresel iklim değişikliğinin meydana getirdiği zararların önlenmesinde karbon depolayan en önemli kaynak olarak ortaya çıkan ormanların devamlılığının en üst düzeyde sağlanması daha da büyük önem kazanmaktadır. Ayrıca bozuk nitelikli ormanların restorasyonu ve yeniden verimli hale dönüştürülmesi de bu anlamda oldukça önemlidir (Brown ve ark., 2019). Bu itibarla ormanı meydana getiren en önemli unsurlardan birisi olan ağaçlar arasında dönemlere bağlı olarak dayanışma ve rekabet ilişkileri artmakta ve azalmakta ve buna bağlı olarak meşcereler

şekillenmektedir (Gonsalves ve ark., 2018). Bu anlamda rekabetin en üst düzeyde yaşandığı ve doğal seçilimin kendisini bariz olarak hissettirdiği çağ olan sıklık çağı, gelecek meşcerenin şekillenmesinde önemli bir paya sahip olduğu gibi bu dönemde gerçekleştirilecek olan sıklık bakımı müdahaleleri de orman aktüel ve gelecekteki dayanıklılığı açısından önemli rol oynayacaktır (Gorrod ve ark., 2017). Ülkemiz sahip olduğu ekolojik özelliklerin çeşitliliğine bağlı olarak vejetasyon açısından çok sayıda bitki türüne ev sahipliği yapmaktadır. Bu anlamda ağaç türlerinin çeşitliliği de bu durumu açıkça göstermektedir. Nitekim ülkemizdeki yüksek endemizm oranı da bu durumu açıklamaktadır. Özellikle iğne yapraklı türlerin meydana getirdiği saf ve karışık orman kuruluşlarını ülkemizin her yerinde görmek mümkündür. Bu türlerin başında Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold.) gelmektedir. Anadolu karaçamı yaklaşık 1,4 milyon ha doğal yayılış alanı ile kızılçamdan sonra en geniş doğal yayılış alanına sahip çam türüdür (Karadağ, 1999). Yarı ışık ağacı özelliğine sahip olan karaçam özellikle antropojen step alanlarına en fazla girebilme özelliği nedeniyle ıslah metotları açısından oldukça geniş bir coğrafik varyasyona sahiptir (Alptekin, 1986). Bununla birlikte özellikle şiddetli yaşam mücadelesinin yaşandığı karaçam sıklık çağında meşcerenin ana dinamikleri korunarak sıklık bakımı müdahalelerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Odabaşı ve ark., 2007).

Bu araştırmada da, Edremit Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Altınoluk Orman İşletme Şefliğinde 10,5 ha alanda 2000 yılında gerçekleştirilen sıklık bakımının 19. yıl sonunda alanda kalan meşcereyi oluşturan karaçam bireylerinin çap ve büyümesi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Araştırma materyalini oluşturan sıklık bakımı sahası 10,5ha büyüklüğünde olup, 38 nolu bölmede yer almaktadır. Sahanın rakımı 850 m, bakısı güneydoğu, ortalama eğimi %35 ve yamaç durumu orta yamaçtır. Alanda toprak derin, kumlu-killi-balçık tekstüründe ve granülar strüktüre sahiptir. Alanda yoğun ve etkili bir diri örtü sorunu bulunmamakta olup, mull tipi humus formu aktüel örtü tabakasını oluşturmaktadır. Araştırma alanında ortalama yağış 845mm olup, yıllık ortalama sıcaklık 15,7°C'dir. Yörede vejetasyon periyodunun uzunluğu 6 ay olup, erken ve geç donlara zaman zaman rastlanmaktadır. Hakim rüzgar ise genel olarak batı yönlüdür (Anonim, 2016). Sıklık bakımının gerçekleştirildiği 38 nolu bölme II. bonitet sınıfında yer almakta olup, 2 x2 m aralık-mesafe ile yapılan sıklık

bakımı uygulaması sonucunda alandan ortalama 2678 adet/ha birey çıkarılmıştır. Kontrol alanı olarak incelenen ve sıklık bakımı yapılmayan alanda ise ortalama 8572 adet/ha birey bulunmaktadır (Anonim, 2000).

2.2. Metot

Araştırmada 2000 yılında toplam 10,5 ha alanda gerçekleştirilen sıklık bakımı müdahalelerinin 19 yıl sonra alanda kalan meşcereyi oluşturan karaçam bireylerinin boy ve çap gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla 20x20 m boyutlarında rastlantı blokları deneme desenine göre meşcereyi en iyi şekilde temsil edecek deneme alanları alınmıştır. Deneme alanlarında çap ve boy büyümesi ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda alanda büyüme yönünde gerekli karşılaştırmaları ve sıklık bakımının etkilerini ortaya koyabilmek için sıklık bakımı müdahalesi görmemiş 1,6ha büyüklüğündeki alandan da kontrol deneme alanları alınmıştır. Çap ve boy büyümesi yönünden sıklık bakımı müdahalelerinin gerçekleştirildiği alanlar ile gerçekleştirilmediği alanlar arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla ölçümlerden elde edilen ham değerlere varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizleri sonucunda istatistiki açıdan anlamlı farklılığın bulunması halinde gerekli gruplandırmayı yapmak amacıyla $P<0,05$ güven düzeyinde Duncan Testi gerçekleştirilmiştir. Tüm istatistiki analizlerde SPSS paket istatistik analiz programı kullanılmıştır (SPSS Inc, 2002).

3. Sonuçlar ve Tartışma

Altınoluk Orman İşletme Şefliğinde 2000 yılında 38 nolu bölmede bulunan saf karaçam meşceresinde gerçekleştirilen sıklık bakımı müdahalelerinin 19. yıl sonuçlarının incelendiği bu araştırmada sıklık bakımı müdahalesi görmüş ve görmemiş meşcerelerden alınan deneme alanlarından elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda bu alanlar arasında ortalama boy büyümesi yönünden $P<0,05$ güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu kapsamda gruplandırma yapmak amacıyla $P<0,05$ güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan Testi sonucu Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Ortalama boy büyümesi değerlerine uygulanan Duncan Testinin sonucu ($P<0,05$)

Müdahaleler	Ortalama Boy (m)
Sıklık Bakımı Yapılmış	$11,5^{a}$
Kontrol	$9,2^{b}$

a ve b: Farklı harfler farklı grupları göstermektedir.

19. yıl sonunda alanda bırakılan ve kalan meşcereyi oluşturan karaçam bireylerinin ortalama boy büyümesi daha geniş yaşama alanına sahip olması ve üst ışığa ulaşımının daha kolay olmasına bağlı olarak azalan rekabet şartlarında 11,5m olmuş ve birinci grupta yer almıştır. Ancak buna karşılık sıklık bakımı gerçekleştirilmeyen meşcere kısmında bulunan ve tamamen doğal seleksiyon sonucunda alanda kalan karaçam bireylerinin ortalama boyu sıklık çağının başlangıcındaki kadar olmasa da halen düşük şiddette devam eden rekabet şartlarında 9,2m olmuş ve Duncan testi sonucunda ikinci grupta yer almıştır (Çizelge 1). Nitekim Burdur yöresi doğal Anadolu karaçamı meşcerelerinde gerçekleştirilen sıklık bakımı uygulamalarının üç yıllık sonuçlarının değerlendirildiği bir araştırma sonucunda da sıklık bakımının üzerinden üç yıl gibi kısa bir süre geçmesine rağmen ortalama boy büyümesi değerleri arasında istatistiki açıdan anlamlı farklılığın olduğu belirlenmiştir (Bayar ve Deligöz, 2019). Nitekim Toros sediri ve doğu kayını gibi türlerde farklı şiddetlerde uygulanan sıklık bakımı tedbirlerinin boy büyümesi üzerinde olumlu etkiler meydana getirdiği saptanmıştır (Yılmaz ve ark., 2010; Yücesan ve ark., 2015). Bu karşılaştırmalı bulgular ışığında araştırma alanında bulunan ve sıklık bakımı müdahalesi uygulanan saf karaçam meşceresinde 2x2 m aralık-mesafe ile uygulanan sıklık bakımının boy büyümesi üzerinde pozitif etkilerinin olduğunu söylemek mümkündür.

Araştırma kapsamında sıklık bakımı müdahalelerinin uygulandığı alanda incelenen diğer bir büyüme parametresi ortalama göğüs yüksekliği çapıdır. Deneme alanlarından alınan verilere uygulanan varyans analizi sonucunda sıklık bakımı uygulanan ve uygulanmayan alanlar arasında ortalama göğüs yüksekliği çapı yönünde $P<0,05$ güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda $P<0,05$ güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Ortalama göğüs yüksekliği çapı gelişim değerlerine uygulanan Duncan Testinin sonucu ($P<0,05$)

Müdahaleler	**Ortalama Çap (cm)**
Sıklık Bakımı Yapılmış	34,3[a]
Kontrol	25,2[b]

a ve b: Farklı harfler farklı grupları göstermektedir.

Çizelge 2'de yer alan sonuçlar incelendiğinde artık ince ağaçlık çağında olan saf karaçam meşceresinde 2000 yılında yaklaşık olarak 2x2 m mesafe ile gerçekleştirilen sıklık bakımı müdahaleleri sonucunda kalan meşcereyi

oluşturan karaçam bireyleri 34,3 cm'lik ortalama çap gelişimi ile 19 yıl sonunda Duncan testine göre oluşturulan gruplar içinde birinci grupta yer alırken, 19 yıl önce hiçbir şekilde sıklık bakımı müdahalesi uygulanmamış olan karaçam meşcere kısmında doğal seleksiyon sonucunda meydana gelen meşcere şekillenmesine bağlı olarak ortalama çap gelişimi 25,2cm'de kalmış ve Duncan testi sonucunda ikinci grubu oluşturmuştur. Bu durumun yapılan sıklık bakımı müdahalesi sonucunda kalan meşcereyi oluşturan bireylerin daha geniş yaşama alanına sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durumda geçmişte daha çok sayıdaki birey tarafından kullanılan ekolojik imkanlar (topraktaki su ve besin maddeleri ve ışık), sıklık bakımından sonra alanda alan daha az sayıdaki birey tarafından kullanılır hale gelmektedir. Dolayısıyla bu durum canlı bir birey olan ağaçların daha iyi beslenmesi ve fizyolojik aktivitelerini optimum seviyeye çekerek daha iyi bir gelişim göstermesi anlamına gelmektedir. Nitekim yine Burdur yöresi saf Anadolu karaçamı meşcerelerinde yapılan farklı şiddetteki sıklık bakımı müdahalelerinin ilk 3 yıllık sonuçlarının incelendiği bir başka araştırmada da, sıklık bakımının üzerinden 3 yıl gibi kısa bir süre geçmesine rağmen yapılan sıklık bakımı müdahalelerinin çap gelişimi üzerinde hemen belirgin olarak pozitif bir etki yaptığı tespit edilmiştir [12]. Diğer taraftan yine Gördes yöresi karaçam meşcerelerinde sıklık bakımına yönelik olarak gerçekleştirilen bir diğer araştırmada da, sıklık bakımının özellikle çap gelişimi üzerinde olumlu yönde belirgin bir etkisinin olduğu saptanmıştır (Kaymakçı ve ark., 2000). Nitekim benzer sonuçlara sarıçam meşcerelerinde gerçekleştirilen sıklık bakımı müdahaleleri sonucunda da ulaşılmıştır (Öncül ve ark., 2016). Bu itibarla daha önceki yıllarda karaçamda ve diğer türlerde gerçekleştirilen benzer çalışma sonuçları ile yapılan karşılaştırmalar sonucunda Altınoluk Orman İşletme Şefliğinde saf karaçam meşceresinde gerçekleştirilen bu araştırmadan da, sıklık bakımı müdahalelerinin karaçam bireylerinin çap gelişimi üzerinde pozitif yönde etkili olduğu belirlenmiştir.

4. Öneriler

Canlı ve dinamik bir varlık olan ormanları meydana getiren ana ögelerden bir olan ağaçların gelişim çağlarına uygun olarak zamanında, tekniğine uygun ve yeterli şiddette bakımlarının gerçekleştirilmesi hem bireysel gelişimleri hem de meşcere kalitesi, sağlığı ve dayanıklılığı üzerinde pozitif etkiler meydana getirmektedir. Bu anlamda rekabetin en yoğun olarak yaşandığı ve gelecek asıl meşcereyi oluşturacak bireylerin hayatta kaldığı dönem olan sıklık çağında her ağaç türünde zamanında yapılacak sıklık bakımı müdahaleleri çok değerli etkiler yaptığı gibi kalite ve kantite açısından da ormanların değerini artırmaktadır. Bu doğrultuda Altınoluk Orman İşletme Şefliğindeki saf karaçam meşceresinde

gerçekleştirilen bu araştırmada sıklık bakımının zamanında ve tekniğine uygun olarak yapıldığını 19 yıl sonraki etkilerden söylemek mümkündür. Bununla birlikte yapılan sıklık bakımı müdahalesi türün boy ve çap gelişimi üzerinde olumlu etkiler meydana getirdiği gibi, meşcerenin kalitesi ve dayanıklılığı açısından da pozitif bir etki ortaya çıkarmıştır. Dolayısıyla yöredeki verimli karaçam ormanlarında mevcut ekolojik koşullardan en iyi şekilde yararlanmak adına sıklık çağında gerekli sıklık bakımı tedbirleri uygulanmalı ve bu tedbirlerden sonra meşcerenin gelişimi yakından takip edilmelidir. Bunun yanı sıra yörede araştırma alanı ile benzer ekolojik koşullara sahip olan karaçam meşcerelerinde sıklık bakımının hangi şiddette uygulanması gerektiğine yönelik ayrı bir araştırma çalışmasının yapılmasında da yarar bulunmaktadır.

5. Kaynaklar

Anonim, (2000). Altınoluk Orman İşletme Şefliği, Teknik Gözlem Defteri, Edremit, 10s.

Anonim, (2016). Altınoluk Orman İşletme Şefliği Detay Silvikültür Planı, Edremit, 35 s.

Alptekin, C.Ü. (1986). Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. ssp.*pallasiana* (Lamb.) Holmboe)'nin Coğrafik Varyasyonları, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 36, Seri A, Sayı 2: 132-154, İstanbul.

Bayar, E., Deligöz, A. (2019). Burdur yöresi doğal Anadolu karaçamı meşceresinde sıklık bakımının üç yıllık sonuçları, Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi 20(1): 18-27, Artvin.

Brown, G.W., Murphy, A., Fanson, B., Tolsma, A. (2019). The influence of different restoration thinning treatments on tree growth in depleted forest system, Forest Ecology and Management 437: 10-16.

Deligöz, A., Carus, S. (2006). Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. Subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) tohum meşcerelerinin bazı kozalak ve tohum özelliklerine göre ayrılmasının istatistik analizi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 2: 13-22.

Gonsalves, L., Law, B., Brassil, T., Waters, C., Toole, I., Tap, P. (2018). Ecological outcomes for multiple taxa from silvicultural thinning of regrowth forest. Forest Ecology and Management. 425: 177–188.

Gorrod, E.J., Childs, P., Keith, D.A., Bowen, S., Pennay, M., O'Kelly, T., Woodward, R., Haywood, A., Pigott, J.P., McCormack, C. (2017). Can ecological thinning deliver conservation outcomes in high-density river red gum forests? Establishing an adaptive management experiment. Pacific Conservation Biology. 23, 262–276.

Karadağ M. (1999). Batı Karadeniz Bölgesinde Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (lamb.) Holmboe), Doğal Gençleştirme Koşulları Üzerine Araştırmalar, orman bakanlığı Batı Akdeniz

Ormancılık Araş. Enst. Müd., Teknik Bülten No:4, Orman Bakanlığı Yayın No: 067, Müdürlük Yayın No: 6, 226s.,Bolu.

Kaymakçı, E., Erkuloğlu, Ö.S., Eronat, A.F. (2000). Gördes işletmesinde karaçam (*Pinus nigra* Arnold.)'da gecikilmiş sıklık bakımı üzerine araştırmalar. Orman Bakanlığı Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir.

Odabaşı, T., Bozkuş, H.F., Çalışkan, A. (2007). Orman Bakımı, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları No: 4458/474, İstanbul.

Öncül, Ö., Uğurlu, Ç., Köse, M., Tilki, F. (2016). Sıklık bakımının doğal sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinde çap ve göğüs yüzeyi üzerine etkisi. Ormancılık Araştırma Dergisi 1(3):29-37.

Saatçioğlu, F. (1971). Orman Bakımı (Meşcere Yetiştirmesine Ait Tedbirler), İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları No: 1636/160, İstanbul.

SPSS Inc, (2002). SPSS 11.0 guide to data analysis, Published by Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA.

Yılmaz, E., Çalışkan, A., Alptekin, Ü., Tüfekçi, S., Aytar, F., Keleş, H., Yıldızbakan, A. (2010). Toros (Lübnan) sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) sıklık çağı meşcerelerindeki bakım tedbirlerinin belirlenmesi, Ankara: Çevre ve Orman Bakanlığı Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, No:36, Tarsus.

Yücesan, Z., Özçelik, S., Oktan, E. (2015). Effects of thinning on stand structure and tree stability in an afforested oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand in Northeast Turkey. Journal of Forestry Research 36(5):1075-1082.

International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

ÇİÇEKLİ SÜS BİTKİLERİNDE ETİLEN DİRENCİNİN ÖNEMİ

Nalan Türkoğlu[1] & Şeyda Çavuşoğlu[1] & Nurhan Keskin[1*]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye
**Sorumlu yazar: keskin@yyu.edu.tr*

Öz: Olgunlaşma hormonu olarak bilinen etilen, birçok ürün tarafından özellikle olgunlaşma ve yaşlanma döneminde salgılanır. Bitki dokusunun etilen sentezi yaşlanmasına bağlı olup genç dönemde düşüktür. Hasat içsel etilen birikimini erkenleştiren ve hızlandıran bir faktördür. Bu nedenle bitkiler üzerindeki etkisinin kontrol edilmesi bitkilerinde hasat sonrası ömrün uzatılmasında çok büyük öneme sahiptir. Çiçekli süs bitkilerinde ise etilen; çiçek, yaprak ve taç yapraklarda dökülmeye, yapraklarda sararma, solma, nekroz ve yaşlanmaya, tomurcuklarda tam açılmama ve şekil bozukluğuna yol açarak kesme çiçeklerin vazo ömrünü azaltır. Bu nedenle etilene hassas kesme çiçek türlerinde etilen zararını önlemek ya da azaltmak için; çiçekler optimum gelişme devresinde hasat edilmeli, işleme sırasında çiçeklere fiziksel zararlardan kaçınılmalı, hasattan sonra çiçekler kısa sürede soğutulmalı, işleme ve depo alanlarında havalandırma ve hava sirkülasyonu sağlanmalı, çiçekler etilen üreten meyve ve sebzelerle birlikte depolanmamalı ve anti-etilen ürünler kullanılmalıdır. Süs bitkisi üretiminde etilen kaynaklı kalite kayıpları ile ilgili sorunlar nedeniyle son yıllarda etilenin süs bitkileri üretimindeki biyolojik önemi, bitki içindeki sinyal yolu ve süs bitkilerinin estetik değeri üzerine etkisi üzerine yapılan çalışmalar popüler hale gelmektedir. Bu çalışmada çiçekli süs bitkilerinde etilen direncinin önemi, biyosentezi ve işleyiş mekanizması ile etilene tolerans ıslahındaki son araştırmalar ve gelişmeler derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çiçekli Süs Bitkileri, Etilen, Kalite, Islah

GİRİŞ

Günümüzde brassinosteroidler, jasmonatlar, salisilik asit ve strigolaktan gibi birçok yeni bitki hormonları keşfedilmiş olsa da, klasik bitki hormonları, oksinler, giberellinler, sitokininler, absisik asit ve etilendir.

Olgunlaşma hormonu olarak bilinen etilen, kapalı formülü C_2H_4, açık formülü $H_2C=CH_2$ olan, havadan biraz hafif (1.5 g/l); suda az, yağda iyi çözünen renksiz bir gazdır. Bu basit hidrokarbon, birçok ürün tarafından özellikle olgunlaşma ve yaşlanma döneminde salgılanır. Dokunun etilen sentezi yaşlanmasına bağlıdır ve genç dönemde düşüktür. Hasat, içsel etilen birikimini erkenleştiren ve hızlandıran bir faktördür (Reid, 2002).

Etilen, bahçe bitkilerinin büyüme, gelişme ve depolama ömrü üzerine çok düşük miktarlarda (1µl) bile etkilidir (Saltveit, 1999). Stres faktörleri bitkinin gelişme aşamalarına göre değişmekle birlikte etilen sentezi ve duyarlılığını artırmaktadır. Ürünler dışardan etilen uygulaması yanında

yanlış depolamadan, atmosfer kirliliğinden veya yakınındaki bitkilerin ürettiği etilenden dolayı reaksiyona girmektedir. Etilen, bitkiler üzerine hem olumlu hem de olumsuz etkiye sahip olabilmektedir (Baldwin, 2004). Etilenin olgunlaşma üzerine olan olumsuz etkisinin bitkinin ya da meyvenin etilene duyarlılığına bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir.

Etilenin olumlu etkileri;

• Meyvelerde olgunlaşma, yumuşama ve aroma gelişiminin başlatılması ve düzenlenmesi,
• Meyvelerde renk gelişimi,
• Turunçgillerde sarartma,
• Ananasta çiçeklenme,
• Suda çözünebilir kuru madde miktarında artış (muz),
• Fındıkta çatlama,
• Kabaklarda cinsiyet değiştirilmesi,
• Meyvelerde absisyon tabakası oluşumunu hızlandırma,
• Kavunlarda üşüme zararının azaltılması,
• Patateslerde siyah noktaların azaltılması,
• Bazı patojenler tarafından enfeksiyona duyarlılığın azaltılması.

Etilenin olumsuz etkileri;

• Meyve, sebze ve süs bitkilerinde sararma ve yaşlanmaya neden olur,
• Meyve ve sebzelerin raf ömrünü kısaltır,
• Patateste filizlenmeye,
• Tatlı patateslerde kararmaya,
• Bahçe ürünlerde absisyona,
• Kuşkonmazda sertleşmeye,
• Meyve, sebze ve süs bitkilerinde solunum artışına ve,
• Bazı patojenlere duyarlılık artışına neden olur,

Etilen kaynaklı zararlanmalar;

• Elmalarda çekirdek esmerleşmesi,
• Kivide meyve bozulması,
• Marulda kahverengi lekelenme,
• Lahanada yaprakların ayrımı,
• Üşüme zararında duyarlılık artışı (avokado ve altıntop),
• Karpuzda iç bozulması,
• Açık çiçeklerin kapanması,
• Çiçek soğanı türlerinin kök uzamasının engellenmesi,
• Lalede nekroz,
• Iris ve lale soğanlarında solunum artışı,

olarak bildirilmiştir.

Etilen etkisi genel olarak üç şekilde kontrol edilebilir. Bunların ilki bitkinin biyolojik olarak aktif etilen seviyelerine maruz kalmasının önlenmesidir. İkincisi, bitki dokusunun etileni algılamasının önlenmesi olup bitkinin çevresinde veya doku tarafından üretilen etileni algılamasının

önlenmesidir. Üçüncüsü ise etilene maruz kalmanın kontrol edilmesiyle bitkinin algılanan etilene cevap vermesinin önlenmesidir (Reid, 2002).

Etilen etkinliğinin azaltılmasında (Ünlü 2010);

• Etilene dayanıklı ürünlerin kullanılması,

• Ortamın etilenden arındırılması,

• Ürünün mümkün olan en düşük sıcaklıkta saklanması,

• Kontrollü atmosfer depoların veya modifiye atmosfer ambalajların kullanılmasının tercih edilmesi,

• Ürünün etilene maruz kalmasının minimum süre ve seviyede tutulması,

• Etilen sentezinin değişik şekillerde inhibe edilmesi gibi yöntem ve uygulamalar önemlidir.

Bu çalışmada bahçe bitkileri sektöründe son derece önemli bir yeri olan çiçekli süs bitkilerinde etilen direncinin önemi, biyosentezi ve işleyiş mekanizması ile etilene tolerans ıslahındaki son araştırmalar ve gelişmelere yer verilmiştir.

ETİLEN BİYOSENTEZİ VE SİNYAL İLETİM YOLU

L-metiyonin etilenin öncü maddesi olarak kabul edilmiştir. Bu aminoasit önce ATP ile aktive olarak metiyonin adenoziltransferaz enziminin katalizörlüğünde Sadenozilmetiyonini (SAM) meydana getirmektedir (Ravanel vd., 1998). Etilen biyosentez yolunda iki spesifik aşama bulunmaktadır (Bradford, 2008). Birinci aşamada ACC sentaz (ACCS) enziminin etkinliğinde SAM 1-aminosiklopropan-1-karboksilik aside (ACC), dönüşmektedir. İkinci aşama olan ACC'nin etilene dönüşümü ise ACC oksidaz (ACCO) katalizörlüğünde gerçekleşmektedir.

Etilen sentezi sonrasında sinyal algılanır, iletilir ve böylece spesifik biyolojik tepkiler meydana gelmektedir (Wang vd., 2002).

Model bitki *Arabidopsis thaliana* sayesinde etilen sinyal alımı ve iletim yoluna ait biyokimyasal bileşenler ile ilgili birçok bilgi elde edilmiş (Chaves ve Mello-Farias, 2006) ve günümüzde etilene duyarsız mutantlar elde edilmiştir. Bu mutantlardan bazıları; ETR1 (Bleecker vd., 1988; Chang vd., 1993), ETR2 (Sakai vd., 1998), EIN2 (Guzman ve Ecker, 1990; Alonso vd., 1999), EIN3 (Roman vd., 1995; Chao vd., 1997), EIN4, EIN5, EIN6 (Roman vd., 1995)'dır.

ETİLEN RESEPTÖRLERİ

Etilen bitkiler tarafından reseptörler aracılığı ile algılanmaktadır. Bu reseptörler, çevresel sinyallere karşı bakteriler tarafından kullanılan iki elemanlı sisteme benzerlik göstermekte ve histidin kinaz algılayıcısı ile bir yanıt düzenleyicisinden oluşmaktadır (Müller-Dieckmann vd., 1999). Histidin kinaz algılayıcısı; sinyal alan amino-ucu giriş bölgesi ve sinyal ileten karboksil-ucu histidin protein kinaz bölgesi olarak iki kısımdan oluşurken (Imamura vd., 1998); yanıt düzenleyicisi korunmuş alıcı

modülden ve bunu takip eden cevaplara aracılık eden değişken bir çıkış bölgesinden oluşmaktadır (Chang ve Stadler, 2001).

Etilen reseptörü ETR1 ilk defa 1993 yılında klonlanmıştır (Chang vd., 1993). Arabidopsis'te yapılan çalışmalar ışığında ETR2 (Sakai vd., 1998), ERS1 (Hua vd., 1995), ERS2 ve EIN4 (Hua vd., 1998) adında dört etilen reseptörü daha tespit edilmiştir. Etilen reseptörlere bir bakır kofaktörü ile bağlanmakta ve hormonun bağlanması sonucunda reseptörler inaktif hale gelmektedir.

ETİLEN RESEPTÖR İNHİBİTÖRLERİ

Etilen reseptörlerinin çalışmasını engelleyen veya sınırlayan maddeler Sisler ve arkadaşları tarafından 1970 ile 1980'li yıllarında keşfedilmiştir. Bu maddelerin keşfinden sonra etilenin çalışma mekanizması biraz daha anlaşılır hale gelmiştir. Bu maddeler etilen hareketini engelleyerek etilen hareketine bağlı biyokimyasal değişimlerin gecikmesine veya ortadan kalmasına neden olmaktadır.

Bugüne kadar keşfedilen etilen reseptör inhibitörleri; $AgNO_3$, Gümüş tiyosülfat (GTS), 2,5-Norbornadiene (NBD), *trans*-cycloocten, diazocylopentadiene (DACP), cyclopropene, 1-metilsiklopropen (1-MCP), 1-ethylcyclopropene, 1-propylcyclopropene, 1-butylcyclopropene, 1-pentylcyclopropene, 1-hexylcyclopropene, 1-heptylcyclopropene, 1-octylcyclopropene, 1-nonylcyclopropene, 1-decylcyclopropene, 3,3-dimethylcyclopropene (Ergun 2006). Günümüzde etilen reseptör inhibitörleriden ancak 5 tanesi ticari ve bilimsel amaçlı kullanılmaktadır: Ag+ , 2,5 NBD, *trans*-cyclooctane, DACP ve 1-MCP.

STS, süs bitkisi üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, gümüş insanlara ve çevreye zararlıdır ve bu nedenle kullanımından kaçınılmalıdır. Öte yandan bitki ıslahı, süs bitkilerinin iç kalitesini iyileştirmek ve böylece sürdürülebilir ürünler üretmek için çaba göstermektedir.

SÜS BİTKİLERİNDE ETİLENİN ÖNEMİ

Birçok süs bitkisi etilene hassastır. Süs bitkilerinde etilen;

- çiçek, yaprak ve taç yapraklarda dökülmeye,
- yapraklarda sararma, solma, nekroz ve yaşlanmaya,
- tomurcuklarda tam açılmama ve şekil bozukluğuna yol açarak kesme çiçeklerin vazo ömrünü azaltır.

Bu nedenle etilene hassas kesme çiçek türlerinde etilen zararını önlemek ya da azaltmak için; çiçekler optimum gelişme devresinde hasat edilmeli, işleme sırasında çiçeklere fiziksel zararlardan kaçınılmalı, hasattan sonra çiçekler kısa sürede soğutulmalı, işleme ve depo alanlarında havalandırma ve hava sirkülasyonu sağlanmalı, çiçekler etilen üreten

meyve ve sebzelerle birlikte depolanmamalı ve etilen reseptör inhibitörleri kullanılmalıdır.

SÜS BİTKİLERİNDE ETİLEN DİRENCİNE YÖNELİK ÇALIŞMALAR

Bir popülasyondaki bireyleri seçmenin basit stratejisi daha yüksek çiçek etilen toleransı gösteren bireyleri birbiriyle melezlemedir. Özellik kalıtsal ise bu durum orijinal popülasyondan daha düşük etilen hassasiyetine sahip olmaya neden olacaktır (Onozaki, 2008). Bu tür ıslahta başarı Begonya (Hvoslef-Eide vd., 1995) ve Karanfil'de (Onozaki vd., 2011) bildirilmiştir. *Dianthus caryophyllus*'un kültür bitkileri arasında etilen biyosentetik yetenekleri ve reseptörlerin etilene afiniteleri bakımından çok büyük farklar olduğu bilinmektedir (Wu vd., 1991). Sadece melezleme ile 1992'den 2004'e kadar yapılan çalışmalar sonucunda *D. caryophyllus* çiçeklerinin ömründe önemli gelişmeler sağlanmış (Onozaki vd., 2011), çiçek ömrü 5.7 günden (Onozaki vd., 2001; Onozaki vd., 2004) 15.9 güne çıkarılmıştır. *Paeonia, Delospermum, Campanula, Sedum, Cephalaria, Lobelia, Armeria, Primula, Penstemon, Lisianthus, Trachelium, Zinnia, Potentilla, Lysimachia, Veronica, Chelone* ve Rosa gibi birçok çiçekli süs bitkisinde etilene duyarlılık konusunda farklılıklar bulunmaktadır (Olsen vd., 2015).

ACS ve ACO genlerinin antisens veya sens dönüşümleri, *D. caryophyllus*, *Torenia*, *Petunia* ve *Begonia* gibi çeşitli süs bitkileri türlerinde başarıyla denenmiş dönüştürülen tüm bitkiler, muhtemelen daha düşük etilen üretimi nedeniyle daha uzun raf ömrü sergilemiştir. Ancak daha düşük etilen üretimi olan bitkiler daha uzun bir çiçek ömrüne sahip olsalar bile, kaliteleri dışsal etilenden olumsuz olarak etkilenebilir (Olsen vd., 2015).

Kinetin ve zeatin gibi sitokininlerin *D. Caryophyllus*'un yapraklarına uygulanması, ACC'nin etilene dönüşümünü geciktirmiştir (Mor vd., 1983). Sitokinin bozulmasından sorumlu olan sitokinin oksidaz/ dehidrogenaz, *D. caryophyllus* (Hoeberichts vd., 2007) ve *Petunia* (van Doorn ve Woltering 2008)'daki yaşlanma süresince düzenlenmiştir ve *D. caryophyllus* yapraklarında inhibe edildiğinde, yaşlanma fazı önlenmiştir Taverner vd., 2000). Dönüştürülen Petunya bitkileri, çiçeklerde yüksek sitokinin seviyeleri sergilemiş böylece yaşlanma ve etilen üretimi ile dışsal etilen için daha yüksek toleransta önemli bir gecikme gözlenmiştir (Chang vd., 2003). Rosa'da da benzer şekilde, etilen duyarlılığı yapraklarda azalmış, ancak çiçekler çalışılmamıştır (Zakizadeh vd., 2013).

Hormonların ve diğer maddelerin dışsal uygulamasının, *Hibiscus* (Trivellini vd., 2011) ve *D. caryophyllus*'ta ACS ve ACO'yu inhibe eden ABA dahil etilen biyosentez yolundaki genlerin ekspresyonunu azalttığı gösterilmiştir (Nomura vd., 2013) Ayrıca, nitrik oksit, *R. hybrida* çiçeklerinde etilen üretimini düşürmüş (Liao vd., 2013), *P. suffruticosa*

çiçeklerinde glikoz raf ömrünü uzatmıştır (Zhang vd., 2014). Diğer şekerlerin de çiçek ömrünü arttırdığı bildirilmektedir (Olsen vd., 2015).

SONUÇ

Bugüne kadar yapılan çalışmalara bakıldığında birçok süs bitkisi türünün, etilen tolerans ıslahında büyük potansiyel gösterdiği görülmektedir. Her ne kadar geleneksel ıslah teknikleri yeni ıslah tekniklerinden daha yavaş olsa da, daha yüksek etilen toleransı için süs bitkisi ıslahında en çok kullanılanlardır. Ancak, daha yeni ve kesin genom düzenleme teknikleri kullanıma sunulduğunda, bu tür tekniklerin ürünlerinin dünya çapında kabul görmesi olasıdır. Bu nedenle, süs bitki yetiştiricileri için, süs bitkisi endüstrisinin ihtiyaç duyduğu üstün bitki ürünlerine yol açma potansiyeline sahip olmaları nedeniyle bu tür yeni yetiştirme teknolojilerinin uygulanmasına başlaması tavsiye edilebilir.

Kaynaklar

Alonso, J.M., Hirayama, T., Roman, G., Nourizadeh, S., Ecker, J.R., 1999. EIN2, a bifunctional transducer of ethylene and stress responses in Arabidopsis. Science, 284 (5423), 2148-2152.

Baldwin, E.A. 2004. Ethylene and postharvest commodities. HortScience 39, 1538-1540.

Bleecker, A.B., Estelle, M.A., Somerville, C., Kende, H., 1988. Insensitivity to ethylene conferred by a dominant mutation in Arabidopsis thaliana. Science, 241, 1086-1089.

Bradford, K.J., 2008. Shang Fa Yang: Pioneer in plant ethylene biochemistry. Plant Science, 175 (1-2), 2-7.

Chang, C., Kwok., S.F., Bleecker, A.B., Meyerowitz, E.M., 1993. Arabidopsis ethylene response gene ETR1-Similarity of product to two-component regulators. Science, 262, 539-544.

Chang, C., Stadler, R., 2001. Ethylene hormone receptor action in Arabidopsis. BioEssays, 23, 619-627.

Chang H, Jones ML, Banowets GM, Clarke DG. Overproduction of cytokinins in petunia flowers transformed with PSAG12-IPT delays corolla senescence and decreases sensitivity to ethylene. Plant Physiol 2003; 132: 539-544.

Chao, Q., Rothenberg, M., Solano, R., Roman, G., Terzaghi, W., Ecker, J.R., 1997. Activation of the ethylene gas response pathway in Arabidopsis by the nuclear protein Ethylene-insensitive3 and related proteins. Cell, 89 (7), 11331144.

Chaves, A.L.S., Mello-Farias, P.C., 2006. Ethylene and fruit ripening: from illumination gas to the control of gene expression, more than a century of discoveries. Genetics and Molecular Biology, 29, 3, 508-515.

Ergun, M. 2006. Etilen hareketini engelleyen inhibitörlerin sebze muhafazasında kullanımı. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiri Kitabı, 343-347, Kahramanmaraş, 19-22 Eylül 2006.

Guzman, P., Ecker, J.R., 1990. Exploiting the triple response of Arabídopsís to identify ethylene-related mutants. The Plant Cell, 2, 513-523.

Hoeberichts FA, van Doorn WG, Vorst O, Hall RD, van Wordragen MF. Sucrose prevents up-regulation of senescence-associated genes in carnation petals. J Exp Bot 2007; 58: 2873-2885.

Hua, J., Chang, C., Sun, Q., Meyerowitzt, E.M., 1995. Ethylene insensitivity conferred by Arabidopsis ERS gene. Science, 269, 1712-1714.

Hua, J., Sakai, H., Nourizadeh, S., Chen, Q.G., Bleecker, A.B., Ecker, J.R., Meyerowitz, E.M., 1998. EIN4 and ERS2 are members of the putative ethylene receptor gene family in Arabidopsis. The Plant Cell, 10, 1321-1332.

Hvoslef-Eide AK, Fjeld T, Einset JW. Breeding Christmas begonia x Begonia cheimantha Everett for increased keeping quality by traditional and biotechnological methods. Acta Hortic 1995; 405: 197–204.

Imamura, A., Hanaki, N., Umeda, H., Nakamura, A., Suzuki, T., Ueguchi, C., Mizuno, T., 1998. Response regulators implicated in His-to-Asp phosphotransfer signaling in Arabidopsis. Proceedings of the National Academy of Sciences, 95(5), 2691-2696.

Liao WB, Zhang ML, Yu JH. Role of nitric oxide in delaying senescence of cut rose flowers and its interaction with ethylene. Sci Hortic 2013; 155: 30-38.

Mor Y, Spiegelstein H, Halevy AH. Inhibition of ethylene biosynthesis in carnation petals by cytokinin. Plant Physiol 1983; 71: 541-546.

Müller-Dieckmann, H.J., Grantz, A.A., Kim, S.H., 1999. The structure of the signal receiver domain of the Arabidopsis thaliana ethylene receptor ETR1. Structure, 7(12):1547-1556.

Nomura Y, Harada T,Morita S, Kubota S, KoshiokaMet al. Role of ABA in triggering ethylene production in the gynoecium of senescing carnation flowers: Changes in ABA content and expression of genes for ABA biosynthesis and action. Jpn Soc Hortic Sci 2013; 82: 242-254.

Olsen, A., Lutken, H., Hegelund, J. N., Muller, R. 2015. Ethylene resistance in flowering ornamental plants–improvements and future perspectives. Hortic. Res. 2:15038. doi: 10.1038/hortres.2015.38

Onozaki T. Improvement of flower vase life using cross-breeding techniques in carnation (Dianthus caryophyllus L.). Jarq-Jpn Agr Res Q 2008; 42: 137-144.

Onozaki T, Ikeda H, Yamaguchi T. Genetic improvement of vase life of carnation flowers by crossing and selection. Sci Hortic 2001; 87: 107-120.

Onozaki T, Ikeda H, Shibata M. Video evaluation of ethylene sensitivity after anthesis in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers. Sci Hortic 2004; 99: 187-197.

Onozaki T, Yagi M, Tanase K, Shibata M. Crossings and selections for six generations based on flower vase life to create lines with ethylene resistance or ultra-long vase life in carnations (Dianthus caryophyllus L.). J Jpn Soc Hortic Sci 2011; 80: 486-498.

Ravanel, S., Gakière, B., Job, D., Douce, R., 1998. The specific features of methionine biosynthesis and metabolism in plants. Proceedings of the National Academy of Sciences, 95, 7805-7812.

Reid M.S., 2002. Ethylene in potharvest technology. Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California Agriculture and Naturel Resources Publication 3311, 149-162.

Roman, G., Lubarsky, B., Kieber, J.J., Rothenberg, M., Ecker, J.R., 1995. Genetic analysis of ethylene signal transduction in Arabidqsis thaliana: Five novel mutant loci ıntegrated into a stress response pathway. Genetics, 139, 13931409.

Sakai, H., Hua, J., Chen, Q.G., Chang, C., Medrano, L.J., Bleecker, A.B., Meyerowitz, E.M., 1998. ETR2 is an ETR1-like gene involved in ethylene signaling in Arabidopsis. Plant Biology: Proceedings of the National Academy of Sciences, 95, 5812-5817.

Saltveit, M.E., 1999. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. Postharvest Biol. Technol., 15: 279-292.

Taverner EA, Letham DS,Wang J, Cornish E. Inhibition of carnation petal in-rolling by growth retardants and cytokinins. AustJ Plant Physiol 2000; 27: 357-362.

Trivellini A, Ferrante A, Vernieri P, Serra G. Effects of abscisic acid on ethylene biosynthesis and perception in Hibiscus rosa-sinensis L. flower development. J Exp Bot 2011; 62: 5437-5452.

Ünlü, H. 2010. Hıyarda (*Cucumis sativus* L.) Etilen Reseptör Genlerinin Klonlanması Ve Karakterizasyonu (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

van Doorn WG, Woltering EJ. Physiology and molecular biology of petal senescence. J Exp Bot 2008; 59: 453-480.

Wang, K.L.C., Li, H., Ecker, J.R., 2002. Ethylene biosynthesis and signaling networks. The Plant Cell, 14, 131-151.

Wu MJ, Zacarias L, Reid MS. Variation in the senescence of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) cultivars. II. Comparison of sensitivity to exogenous ethylene and of ethylene binding. Sci Hortic 1991; 48: 109-116.

Zakizadeh H, Lutken H, Sriskandarajah S, Serek M, Muller R. Transformation of miniature potted rose (*Rosa hybrida* cv. Linda) with

PSAG12-ipt gene delays leaf senescence and enhances resistance to exogenous ethylene. Plant Cell Rep 2013; 32: 195-205.
Zhang C, Wang Y, Fu J, Dong L, Gao S et al. Transcriptomic analysis of cut tree peony with glucose supply using the RNA-Seq technique. Plant Cell Rep 2014; 33: 111-129.

ISMS International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies

SÜRDÜRÜLEBİLİR BAĞCILIK UYGULAMALARINDA GERİ DÖNÜŞÜM

Birhan Kunter[1]* & Nurhan Keskin[2] & Issam M. Qrunfleh[3]

[1] Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara, Türkiye
[2] Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye
Al-Balqa Uygulamalı Üniversitesi, Tarım Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Bitki Koruma Bölümü, Al-Salt, Ürdün
[*]Sorumlu yazar: marasali@agri.ankara.edu.tr

Öz: Son yıllarda çevresel kirliliğin önlenmesi ve atıkların değerlendirilmesi amacıyla bitkisel üretim aşamaları sırasında ve sonucunda oluşan atıkların veya ham maddesi tarımsal ürün olan pek çok işleme atığının farklı alanlarda yeniden kullanılabilir hale getirilmesi yani geri dönüşüm önem kazanmıştır. Bağcılık, üzüm üretimi ve gıda sanayi ürünü olarak atıkların geri dönüşümü konusunda önemli gelişmelerin elde edildiği bir alandır. Asmalar farklı değerlendirme şekillerine sahip bitki türleri olup kullanım biçimine bağlı farklı atıkları bulunmaktadır. Asmanın ürünü olan üzümün üretilmesi ve işlenmesi sırasında oluşan başlıca atıklar budama atıkları ve cibredir. Ayrıca şarap üretim sürecinde oluşan atık suyun geri dönüşümü üzerinde de çalışılmaktadır. Bağcılık faaliyetlerinde oluşan atıkların, bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılması, gıda destek ve kozmetik ürünleri için ham madde kaynağı olarak kullanılmalarının yanı sıra biyoteknolojik dönüşümlerle biyogaz ve biyopolimer üretimine hizmet etmesi ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada, bağcılık ve üzüm işleme teknolojisi sonucunda açığa çıkan atıkların geri dönüşümü irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Bağcılık, üzüm atıkları, atık su yönetimi, geri dönüşüm

GİRİŞ

Tarımsal faaliyetler, süreçler boyunca veya sonucunda farklı nitelikteki atıkların oluşmasına neden olmaktadır. Bu atıklar diğer katı atıklara göre hemen hemen tehlikesi olmayan, çevre ve doğal döngüye daha az zararlı ve çoğunlukla kısa süreli olan atıklardır. Tarımsal atıklar doğaya gelişi güzel bırakılmaktan, yok edilmekten ziyade değerlendirilmeli, yeniden ham madde olarak kullanılmalıdır. Oluşan atıkların yeniden değerlendirilmesi ile çevre sorunlarını azaltmak, hammadde rezervlerini korumak ve yeni ürün ya da malzemelerin elde edilerek ekonomik kazanımlara dönüşüm sağlanmaktadır. Her atık türünde olduğu gibi tarımsal atıkların da nitelikleri farklılık

gösterdiğinden değerlendirme işlemleri atığın niteliğine göre farklılık göstermektedir. Tarımsal atıklar genel olarak;

1. Hayvansal üretim atıkları
2. Bitkisel üretim atıkları ve
3. Tarım ürünlerinin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklar

olarak üç grupta toplanmaktadır.

Bugün dünyada yapılan pek çok çalışma, tarımsal atıkların çoğunun topraklara ilavesi ile organik madde ve bitki besin maddesi kaynağı veya yetiştirme ortamı olarak kullanılmasına yöneliktir. Ancak bitkisel atıkların, temiz enerji kaynağı olabilme potansiyellerinin yanı sıra aktif karbon ve kimyasal madde üretimi için etkin kullanıma sahip oldukları bilinmektedir (Yaman 2012, Din ve Cohen 2013). Bu nedenle bitkisel üretim faaliyetlerinde sıfır atık düşüncesiyle, üretim veya ürün işleme atıklarının farklı amaçlar için yeniden kullanılabilir hale getirilmesi, yani geri dönüşüm giderek daha iyi anlaşılmakta ve uygulanabilir gelişmeler sağlanmaktadır.

Dünyada ve ülkemizde önemli bir bitkisel üretim faaliyeti olan Bağcılık, doğrudan asma bitkisine ait atıklarının yanında üzümün farklı değerlendirme şekillerine bağlı olarak işleme teknolojisine bağlı atıklar oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, bağcılık faaliyetleri sonucunda açığa çıkan atıklarının alternatif olarak hangi alanlarda değerlendirilebildiği ve geri dönüşüm yöntemlerinin irdelenmesi amaçlanmıştır.

BAĞCILIK FAALİYETLERİNDE ATIKLAR VE SÜRDÜRÜLEBİLİR GERİ DÖNÜŞÜM

Asma bitkisinin kullanıldığı bağcılık faaliyetinde bitkisel atıklar; budama atıkları, yaprak ve yeşil sürgün atıkları, üzüm atıkları (tane kabuğu, şıra, cibre, çekirdek) ve enolojik atık su olarak tanımlanmaktadır. Bu atıklar içerisinde öncelikle üzümün şaraba işlenmesi sırasında oluşan atıklar ekonomik değer üretebilme potansiyeline sahip olmalarıyla öne çıkmakta ve 4 gruba ayrılmaktadır. Bunlar yaklaşık oranları ile; Sap ve salkım iskeleti (%12), cibre veya posa olarak tanımlanan tane kabuğu, meyve eti parçaları ve çekirdeklerden oluşan kısım (%63), fermantasyon tortusu (%13) ve susuz tortu (%12) olarak sınıflandırılabilir (Burg vd. 2014). Diğer taraftan genel olarak cibrenin %25 tane kabuğu, %57 meyve eti, %8 çekirdek ve %10 salkım ve tane sapı parçalarından oluştuğu kabul edilmektedir (https://compost-turner.net).

Cibre, şarap üretimi dışında şıranın elde edilmesini esas alan, meyve suyu, pekmez ve diğer şıra ürünlerinin modern veya geleneksel yöntemlerle işlenmesi sonucunda da açığa çıkan büyük hacimli atıktır.

Kullanım dışı kalan veya kullanımı bittikten sonra tekrar değerlendirilebilir atıkların fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerle ikincil hammaddeye dönüştürülerek tekrar üretim sürecine dahil edilmesi geri dönüşüm olarak tanımlanmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde üretim ve ürün işleme aşamalarında kaynakların verimli kullanılması, doğa ile uyumlu olma, ekolojik dengeyi korumaya dönük uygulamalar kapsamında geri dönüşüm sürüdürülebilir tarımın ilkeleri ile paraleldir. Bağcılık faaliyeti, bağ alanından başlayıp ürünün işlendiği noktalarla devam eden yoğun bir süreç olup, farklı aşamalarda oluşan atıkların geri dönüşümü sürdürülebir bağcılık ve ekonomik kazanımlar bakımından değer taşımaktadır.

Cibrenin geri dönüşümü

Cibre bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılma potansiyelinin yanında etil alkol, boyar madde, biyogaz ve biyopolimer üretimi için önem taşıyan bir atıktır.

Bitki yetiştirme ortamı: Başta şarap olmak üzere şıra elde edilmesine bağlı üzüm işleme teknolojileri sonucunda oluşan birincil atık olan cibre bitki yetiştirme ortamı olarak, N-P-K-Ca içeriği ve organik madde kapsamıyla değerli bir atıktır. Cibrenin C:N oranı 27:1 olduğundan, bir materyalin kompostlaşması için gerekli olan 25:1-35:1 oranı kriteri kapsamında ideal orana sahiptir. Ancak yaş cibrenin pH değeri düşük olduğundan (pH 3.5-3.8), pH'nın mikrobiyal faaliyeti başlatacak 6.0 düzeyine çıkması için içerisine kireç veya yakmayı hızlandıracak diğer organik materyallerin (saman, odun parçaları gibi) katılması gerekmektedir. Çekirdeklerin varlığı da kompostun hazır olma sürecini uzatmaktadır. Genellikle 6-10 aylık süre sonucunda ideal organik yapıda kompost elde edilebilmekte be bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir olmaktadır (Westover 2006).

Yem katkı maddesi: Cibre silaj veya kanatlı hayvan yemlerinde katkı maddesi olarak kullanılabilir niteliktedir. Ruminant beslemede kaba yem kaynağı olarak kullanılabilmektedir (Bekar 2016).

Etil alkol üretimi: Ekonomik olarak uygulanabilir kazanım olarak gösterilmektedir. Cibrenin kapsamında yer alan karbonhidrat yapıları fermente edilebilir şekerlerin kaynağını oluşturmaktadır. Cibre başlıca 4 grup polisakkarit içermektedir.

1: Selüloz(Glikoz birimleri),

2:Hemiselüloz(Glikoz, mannoz, xylan ve arabinoz birimleri),

3:Nişasta(Glikoz birimleri) ve

4: Pektin(D-Galakturonik asit birimleri).

Bu yapılar alkole dönüşümün önemli kaynağı olmakla birlikte kompleks yapıdaki polisakkaritlere indirgenmesi gerekmektedir. Bu konuda S*accaromyces cerevisiae* ile *Pichia rhodanensis'in* bazı

izolatlarının hidroliz aktivitesinin başarılı olduğu belirlenmiştir (Korkie et al. 2002).

Boyar madde üretimi: Son yıllarda tekstil teknolojisinde doğal boya kaynaklarının belirlenmesi önemli bir çalışma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Fenolik madde içeriği bakımından zengin cibre atığından antosiyanin ve özellikle tannik asit elde edilmekte ve ipek boyamada doğal boya olarak kullanılmaktadır (Bekar 2016, Mansour vd., 2017).

Biyogaz ve biyopolimer üretimi: Cibrenin çevre dostu ürünlere dönüştürülebilmesi çalışmalarında biyogaz ve biyopolimer üretimi önem kazanmaktadır. Böylece temiz enerji ve biyolojik film malzemelerin üretimi mümkün olacaktır. Bu iki geri dönüşüm mekanizması henüz araştırma alanındadır (Bekar 2016, Martinez vd. 2016).

Çekirdek atıklarının geri dönüşümü

Çekirdeklerin mineral ve fitokimyasallar bakımından zengin içeriği (Cantürk vd. 2016, Keskin ve Kunter 2017) cibre içerisinde önemli bir bölüm olan çekirdeklerden yararlanma konusunda önemli gelişmeler sağlamıştır. Bu kapsamda üzüm çekirdeği yağı, çekirdekte bulunan biyoaktif bileşenlerden farklı biçimlerde özüt elde edilmesi ile doğrudan veya kozmetik amaçlı kullanımı geri dönüşümde önemli başlıklardır.

Çekirdek yağı: Üzüm çekirdeği yaklaşık olarak %14-17 yağ, 0.8-1.2 g kg^{-1} E vitamini, C vitamini ve beta-karoten içermektedir. Yağının doymamış yağ asidi bakımından ve özellikle de linoleik asit açısından zengin olduğu bilinmektedir. Üzüm çekirdeği yağı %61-73 linoleik asit, %14-25 oleik asit, %7-13 palmitik asit, %3-6 stearik asit, %0-0.6 linolenik asit, %0-0.9 palmitoleik asit ve % 0-0.2 miristik asit içermektedir. Doymamış yağ asidi miktarının yüksek olması bu yağı, besin içeriği açısından değerli kılmaktadır (Özvural ve Vural 2008). Daha genel isimleri ifade edildiğinde üzüm çekirdeği yağının omega 6 (linoleik asit), omega 9 (oleik asit) ve eser miktarda omega 3 (linolenik asit) içerdiği belirlenmiştir. Bazı kaynaklarda omega 3 içeriğinin %0.3-1 arasında olduğu bildirilmektedir (Arvanitoyannis vd. 2006).

Çekirdek özütleri: Üzüm çekirdeğinde flavonoidlerden kateşin, epikateşin, prosiyanidinler ve antosiyaninler; fenolik asitlerden gallik asit bulunmaktadır. Muscadine üzümlerinin çekirdeklerde gallik asit, monomerik kateşin ve epicateşin miktarı sırasıyla 99, 12, ve 96 mg $100g^{-1}$ kuru madde olarak belirlenirken; Chardonnay üzüm çeşidinde miktarlar sırasıyla 15, 358 ve 421 $mg100g^{-1}$ kuru madde ve Merlot çeşidinde ise yine sırasıyla 10, 127, and 115 $mg100g^{-1}$ kuru madde

düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Buna göre tür ve çeşitlerde farklılık önemlidir (Yılmaz ve Toledo 2006). Ayrıca üzüm çekirdekleri önemli bir resveratrol kaynağıdır (Keskin ve Kunter 2017). Bu nedenle üzüm işlenmesi sırasında atık olarak çıkan üzüm çekirdeği gıda destek ürünü olarak kullanım alanı bulmuştur.

Kozmetik kullanım: Üzüm çekirdeği ekstresinin kozmetik sanayinde büyük bir önemi vardır. Proantosiyanidin ve yanı sıra zengin fitokimyasal içeriği ile çekirdek özütleri kozmetik amaçlı bir çok üründe kullanım alanı bulmaktadır (Bekar 2016).

Budama atıklarının geri dönüşümü

Asmalar dinlenme döneminde gerçekleştirilen verim budaması işleminde çeşit özelliği ve kültürel uygulamalara bağlı olarak meydana gelen yıllık gelişme kuvvetinin sonucu olan yoğun bir budama artığı oluşturmaktadır. Bu atık temel olarak bir ve daha yaşlı dallardan oluşmaktadır. Selüloz ve fitokimyasal madde içeriğinin yüksek olduğu bildirilmiş olan bir yaşlı dallar (Çetin vd. 2011) ile daha yaşlı kısımların daha çok yakılarak yok edilmek yerine geri dönüşüm olanaklarının araştırılması önemlidir.

Budama atıklarının ağaç endüstrisine bağlı üretim alanlarında yonga levha üretiminde ham madde kaynağı (Das ve Singh 2004) ve kompost haline dönüştürülerek kullanılabileceği (Zacharof 2017) belirtilmiştir.

Şarap üretiminde atık suyun geri dönüşümü

Şarap endüstrisinde atık suların düzensiz ve denetlenmeyen salınımı, toprağın pH, iletkenlik ve renk gibi kimyasal ve fiziksel özelliklerini değiştirmekte ve ekosistemi etkilemektedir. Şarap üretimde atık su içerisinde yüksek organik madde ve organik karbon, sudaki ve ortamdaki oksijen seviyelerinin azalmasına ve suda yaşayan organizmaların ölümüne neden olabilmektedir. Özellikle pH dengesinin bozulmasına neden olan gelişmeler ile ortaya çıkan yüksek alkalilik veya aşırı asitlik bulaşık ortamlarda iyonların ve ağır metal içeriğinin çözünürlüğünü etkilemekte ve böylece su toksik hale geçmektedir. Bunun sonucu olarak hem bitkiler hem de suda yaşayan organizmalar tehdit altında kalmaktadır. Şarap üretimi sırasında meydana gelen atık suların iyileştirilmesinde sülfat indirgeyen bakterilerden yararlanılmaktadır. Bu yöntemin temeli hidrojen sülfür üretilirken metal sülfatın indirgenmesi olayıdır. Şarap endüstrisi atıklarının da sülfat indirgeyen bakteriler için ucuz karbon kaynağı olarak kullanımının mümkün olduğunu belirlenmiştir. Ancak su atıklarının yüksek bağlama gücü ile pek çok ağır metali belirli sıcaklık ve sürelerde adsorbe yeteneğine sahip olduğu belirlenmiş ve

geri dönüşüm olanaklarının araştırılmasına kaynak oluşturmuştur. Şarap üretiminde atık su, tartarik asit içeriğiyle ilaç ve kozmetiklere katkı olarak ve hafif içkilerde asitlendirici bileşik olarak kullanılmaktadır. Ek olarak gıda ve ilaç sanayinde ham madde olarak değerlendirilebilir niteliktedir (Arvanitoyannis 2006, Zacharof 2017).

SONUÇ

Bağcılık ve şarap üretim faaliyetlerinde başlıca atık cibre olmak üzere budama atıkları ve şarap üretiminde oluşan atık su geri döşümle hammade olarak kullanılabilir nitliklere sahiptir. Geri dönüşüm düşüncesiyle atıkların katma değeri artmaktadır. Bağcılık faaliyetlerinde oluşan atıkların sağlık alanında alternatif destek ürünlerine dönüştürülmesi, kozmetik alanı, yem sanayi, gıda sanayi ve organik bitki yetiştirme ve destek ortamlarına dönüştürülmesi ve kimya sanayinde teknolojik olarak değerlendirilmesi ön plana çıkmaktadır. Atıkların işlenebileceği tesislerin kurulması ile temiz çevre, yeni ekonomik değerler ve yeni iş olanakları sağlanmış olacaktır.

KAYNAKÇA

Arvanitoyannis, I.S., Ladas, D., Mavromatis, A. 2005, Potential uses and applications of treated wine waste. International Journal of Food Science and Technology,41:475-487.

Bekar, T. 2016. Bağcılıkta Atık Teknolojisi. Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(1): 17-24.

Burg, P., Vitez,T., Turan, J., Burgovà, J. 2014. Evoluation of Grape Pomace Composting Process. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis 62(88): 875-881.

Cantürk, S., Kunter, B., Aykut, O., Keskin, N. 2016. Mineral Composition and Distrubition in Berry Parts of Gülüzümü (*Vitis vinifera* L.). Bahçe, 45: 683- 687.

Çetin, S., Altınöz,D., Tarçan, E., Göktürk Baydar, N. 2011. Chemical composition of grape canes. Industrial Crops and Products, 34(1):994-998.

Das, H., Singh, S.K. 2004. Useful byproducts from cellulosic wastes of agriculture and food industry-a critical appraisal. Crit Rev Food Sci Nutr., 44(2):77-89.

Din G.Y., Cohen, E. 2013. Modeling Municipal Solid Waste Management in Africa: Case Study of Matadi, the Democratic Republic of Congo. Journal of Environmental Protection, 4:435-445.

Keskin, N. Kunter, B. 2017. Stilbenes Profile in Various Tissues of Grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. 'Ercis'). J. Environ. Prot. Ecol., 18: 1259-1267

Korkie, L.J., Janse, B.J.H., Viljuen-Bloom, M. 2002. Utilising Grape Pomace for Ethanol Production. S. Afr. J. Enol.Vitic. 23(1):31-36.

Mansour, R., Ezzlii, B., Farouk, M. 2017. The use of response surface method to optimize the extraction of natural dye from winery waste in textile dyeing. The Journal of the Textile Institue 108(4): 528-537.

Martinez, G.A., Rebecchi, S., Deborha Decorti, D., Joana M. B. Domingos, J.M.B, Natolino, A., Daniele Del Rio, D., Lorenzo Bertin, B., Da Porto C., Fava, F. 2016. Towards multi-purpose biorefinery platforms for the valorisation of red grape pomace: production of polyphenols, volatile fatty acids, polyhydroxyalkanoates and biogas. Green Chemistry, 18: 261-270.

Özvural, E.B., Vural H, 2008. Kırmızı Üzüm Çekirdeği Unu ve Yağının Sosislerin Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.

Yaman, K. 2012. Bitkisel Atıkların Değerlendirilmesi ve Ekonomik Önemi. Kastamonu Üniv., Orman Fakültesi Dergisi, 12 (2): 339-348.

Yılmaz, Y., Toledo, R.T. 2004. Major f lavonoids in grape seeds and skins: antioxidant capacity of catechin, epicatechin, and gallic acid. J. Agric. Food Chem. 52:255-260.

Westover, F. 2006. Notes on Composting Grape Pomace. Viticulture. Virginia Tech. Research-ExtensionAssociate. (https://www.arec.vaes.vt.edu).

Zacharof, M.P. 2017. Grape Winery Waste as Feedstock for Bioconversions: Applying the Biorefinery Concept. Waste Biomass Valor (2017) 8:1011–1025.

https://compost-turner.net/composting-technologies/grape-stalks-and-pomace-composting-process.html. Erişim tarihi 2018.