



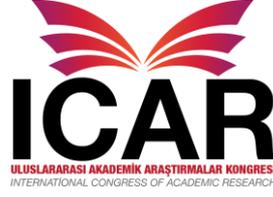
21-22  
AĞUSTOS  
2025

# 16.

ULUSLARARASI AKADEMİK  
ARAŞTIRMALAR KONGRESİ  
(ICAR)

TAM METİN KİTABI  
FULL TEXT BOOK

[www.icarcongress.org](http://www.icarcongress.org)



## 16. Uluslararası Araştırmalar Kongresi (ICAR)

(21 – 22 Ağustos 2025)

(ICAR)

### Tam Metin Kitabı

#### Editörler / Editors

Mahir MAK

#### Asos Yayınevi

1.baskı

Adres: Çaydaçıra Mah. Hacı Ömer Bilginoğlu Cad. No: 67/2-4/MERKEZ/ELAZIĞ

Telefon: [0532 643 75 23](tel:05326437523)

Mail Adresi: [asos@asosyayinlari.com](mailto:asos@asosyayinlari.com)

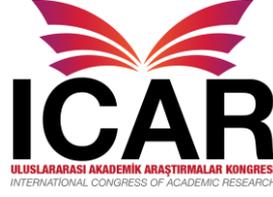
Web: [www.asosyayinlari.com](http://www.asosyayinlari.com)

[Instagram: https://www.instagram.com/asosyayinevi/](https://www.instagram.com/asosyayinevi/)

[Facebook: https://www.facebook.com/asosyayinevi/](https://www.facebook.com/asosyayinevi/)

[Twitter: https://twitter.com/Asosyayinevi](https://twitter.com/Asosyayinevi)

**ISBN: 978-625-5909-50-3**



## **KONGRE BAŞKANI**

**Doç. Dr. Mahir Mak (Sakarya Üniversitesi)**

## **DÜZENLEME KURULU**

Doç. Dr. Deniz Güneş (İstanbul teknik Üniversitesi)

Doç. Dr. Eren Lehimler (Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi)

Doç. Dr. Ahmet Mutlu Terzioğlu (Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Yavuz Köktan (Sakarya Üniversitesi)

Dr. Öğr. Görevlisi Deniz Köktan (Sakarya Üniversitesi)

Dr. İbrahim AYDINLI (MEB)

## **BİLİM KURULU**

Prof. Dr. Erdal Irmak ,Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi

Prof. Dr. Advije Gülçin Sağdıçoğlu Celep, Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Metin BAŞAL, Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Reyhan ERDOĞAN, Akdeniz Üniversitesi

Prof. Dr. Aysel USLU, Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Oğuz YILMAZ, Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Şükran ŞAHİN, Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Deniz HASIRCI, İzmir Ekonomi Üniversitesi

Prof. Dr. Zeynep TUNA ULTAV, İzmir Yaşar Üniversitesi

Prof. Dr. Ferit İZCİ, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Prof. Dr. Metin ARGAN, Anadolu Üniversitesi

Prof. Dr. Öner Demirel, Kırıkkale Üniversitesi

Prof. Dr. Nizami CEFEROV (Azerbaycan)



Prof. Dr. Blagovesta IVANOVA ( Bulgaristan)

Prof. Dr. Nurşat JUMADILOVA (Kazakistan)

Prof. Dr. Nergüz Bulut SERİN, Lefke Avrupa Üniversitesi

Prof. Dr. Dosay KENJETAY (Kazakistan)

Prof. Dr. Arshi KHAN (Hindistan)

Prof. Dr. Dimitri KİTSİKİS (Yunanistan)

Prof. Nilgün BİLGE, Mimar Sinan Üniversitesi

Prof. Caner KARAVİT, Mimar Sinan Üniversitesi

Prof. Rıdvan COŞKUN, Anadolu Üniversitesi

Prof. Mustafa BULAT, Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Vural BÜTÜN, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Prof. Dr. Angel Arturo Lopez Gonzalez, Escuela Universitaria ADEMA. SPAIN

Prof. Dr. Tahsin YILMAZ, Akdeniz Üniversitesi

Prof. Dr. Işık SEZEN, Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Murat AKTEN ,Süleyman Demirel Üniversitesi

Doç.Dr. Mahir Mak, Sakarya Üniversitesi

Doç. Dr. İbrahim YILMAZ, İstanbul Rumeli Üniversitesi

Doç. Dr. Osman Cenk Kanca, Atatürk Üniversitesi

Doç.Dr. Serkan ARSLAN, Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi

Doç. Dr. Sergey Klyuev, Saratov Medical University Russia.

Doç.Dr. Müsemma ALAGÖZ KARABEL,Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi

Doç. Dr. Toni Risteski, Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, North Macedonia

Doç.Dr. Recep POLAT, Sakarya Eğitim Araştırma Hastanesi



Doç. Dr. İlkay Ebru Tuncer BOON, Dokuz Eylül Üniversitesi

Doç.Dr. Musemma Alagöz KARABEL, Dicle Üniversitesi

Doç. Dr. Hakan ERER, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Kıvanç AK, Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Betül TÜLEK, Çankırı Karatekin Üniversitesi

Doç. Dr. Arzu ALTUNTAŞ, Siirt Üniversitesi

Doç. Dr. Derya Sarı, Artvin Çoruh Üniversitesi

Doç. Dr. Özgür Burhan Timur, Çankırı Karatekin Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet BAKIRTAŞ, T.C. Sağlık Bakanlığı, Dr. İsmail Fehmi Cumalıoğlu Şehir Hastanesi

Doç. Dr. Ülkün Ünlü ÜNSAL, T.C. Sağlık Bakanlığı, Manisa Şehir Hastanesi

Doç. Dr. Deniz Güneş (İstanbul teknik Üniversitesi)

Doç. Dr. Eren Lehimler (Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi)

Doç. Dr. Ahmet Mutlu Terzioğlu (Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Yavuz Köktan (Sakarya Üniversitesi)

Dr. Öğr. Görevlisi Deniz Köktan (Sakarya Üniversitesi)

Op. Dr. Murat BALOĞLU, T.C. Sağlık Bakanlığı, Eskişehir Şehir Hastanesi

Op. Dr. Lütfi Çağatay ONAR, T.C. Sağlık Bakanlığı, Dr. İsmail Fehmi Cumalıoğlu Şehir Hastanesi

Dr. Öğr. Üyesi Merve KALAYCI KADAK Kastamonu Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Meryem Bihter BİNGÜL BULUT, Kırıkkale Üniversitesi

Doç. Dr. Ali Korkut ULUDAĞ, Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Yener Lütfü MERT, İstanbul Galata Üniversitesi

Doç. Dr. Adem PEKER, Atatürk Üniversitesi



Doç. Dr. Aşkın ÇELİK, Manisa Celal Bayar Üniversitesi

Doç. Dr. Etem Yeşilyurt, Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi

Doç. Dr. Aslıhan ESRİNGÜ, Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Elif AKPINAR KÜLEKÇİ, Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Fabio L. GRASSİ (İtalya)

Doç. Dr. Gürcan YILDIRIM, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Doç. Dr. Shener BILALLI, International Balkan University

Doç. Dr. Banu KARAŞAH, ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ

Doç. Dr. Mansumeh DAEİ (İran)

Doç. Dr. Üyesi Cansel TUNCER, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Doç. Dr. Ebru Kondolot Solak ,Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Duygu YAŞAR ŞİRİN, Namık Kemal Üniversitesi

Doç. Dr. Numan KARAARSLAN, İstanbul Medeniye Üniversitesi Tıp Fakültesi

Doç. Dr. İsmail BOZKURT, Medical Park Ankara Hastanesi

Dr. Öğretim Üyesi M. Furkan YÜZBAŞI, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi

Dr. Öğretim Üyesi Tamer TAMDOĞAN, Giresun Üniversitesi Tıp Fakültesi

Dr. Öğretim Üyesi Sevim ÖNDÜL, Giresun Üniversitesi Tıp Fakültesi

Dr. Öğretim Üyesi Mamdouh ALENEZİ, Prince Sultan University

Dr. Öğr. Üyesi Duygu Uysal Zıraman, Gazi Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Obalı Tutumlu (TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Can Doğan, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Damla ÜLKER, Yakın Doğu Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Seçil Soytok NALÇACI, Manisa Celal Bayar Üniversitesi



Dr. Öğr. Üyesi Yakup AÇAR, Kafkas Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ceren Haktanır ,Gazi Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Şehriban Eraslan,Süleyman Demirel Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Volkan MÜFTÜOĞLU, Bursa Teknik Üniversitesi

## Salon1 (1. Gün - 1. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Ülge Taş		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
9:00	Dr. Öğretim Üyesi Ülge Taş	Kaplumbağa Diyagramı Metodolojisi ile Üretim Planlama ve Kontrol Sürecinde Kalite İyileştirme
9:15	Damla Ergene	Suat Derviş'in Bu Roman Olan Şeylerin Romanıdır'ı Odağında Erkeklikler**
9:30	Dr. Öğretim Üyesi Evren Çağlarer	Türkiye ve Dünyada Zorunlu Sağlık Sigortası Sistemlerinin Dönüşümü
9:45	Araştırmacı Esranur Afacan - Doç.Dr. Gül Kadan	Öğretmenlerin Temel Teknolojik Yeterliliklerinin Sosyodemografik Özelliklerine Göre İncelenmesi
10:00	İlyas Tuğ	Çukurova'dan Orta Asya'ya Cemileler: Kültür-Edebiyat Coğrafyası Bağlamında Toplumda Kadın.



## Salon2 (1. Gün - 1. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Ahmet Alkal		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
9:00	Dr. Öğretim Üyesi Ahmet Alkal	Üniversite Son Sınıf Öğrencilerinde Kariyer Stresi ile Kariyer Uyumu Arasındaki İlişkide Proaktif Kariyer Davranışının Aracılık Rolü
9:15	Dr. Öğretim Üyesi Esra Serdar Tekeli	Yapay Zekâ Destekli Akademik Çalışmalarda Etik ve Etkinlik: Fırsatlar ve Sınırlar
9:30	Doç.Dr. Elif Gözler Çamur	Kentleşmenin Eşiğinde: Kalkolitik Batı Anadolu
9:45	Dr. Dilber Ekinler	Banka ve Enflasyon İlişkisi: Katılım ve Mevduat Bankalarının Enflasyon ile İlişkisinin Değerlendirilmesi
10:00	Dr. Dilber Ekinler	Depremin Ekonomiye Etkileri: Türkiye Örneği

## Salon3 (1. Gün - 1. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Burcu Nilgün Çetiner		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
9:00	Malik Yazan - Mert Can Muz - Safa Emin Çakıroğlu - Arş.Gör. Özgür Çınar - Arş.Gör.Dr. Burcu Nilgün Çetiner	Dın 1.2344 (Aısı H13) Sıcak İş Takım Çeliğinde Bilyalı Dövme ve Lazer Sertleştirme İşlemlerinin Mekanik Özelliklerine Etkilerinin Karşılaştırmalı İncelenmesi
9:15	Adil Nezih Kayışoğlu - Dr. Çağla Kayışoğlu - Prof.Dr. Bülent Kabak	Baharatlarda Mikotoksin Kontaminasyonu: Kaynaklar, Riskler ve Kontrol Stratejileri
9:30	Doç.Dr. Murat Koparan	Çok Ölçekli Açılım Metodu Kullanılarak Yüksek Mertebeli Kaup-Kupersmidt (Kk) Denkleminden Türetilen Doğrusal Olmayan Schrödinger Denklemi
9:45	Prof.Dr. Bülent Yanıktepe - Öğr.Gör. Tennur Kısakürek Parlak	Türkiye’de Rüzgar Enerjisinin Mevcut Durumuna Genel Bir Bakış
10:00	Prof.Dr. Bülent Yanıktepe - Öğr.Gör. Tennur Kısakürek Parlak	Lüksemburg’da Enerji Yoğunluğunun Analizi

## Salon1 (1. Gün - 2. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. Azize Uygun		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
10:30	Doç.Dr. Azize Uygun	Hıristiyanlıkta Dua Bezlerinin Tarihsel Gelişimi ve Dijital Dönüşümü
10:45	Ahmet Oduncu	İslam Edebiyatında İbham Sanatı ve İşlevi
11:00	Dr. Keziban Gündüz	18. Yüzyıl Osmanlı El Yazmalarında Yer Alan Taraklı Ebru Örneklerinin İncelenmesi
11:15	Arş.Gör.Dr. Betül Koparan	Yapay Zekâ Destekli Ölçme ve Değerlendirme Uygulamalarının Yabancı Dil Olarak Türkçe Öğretimi Bağlamında İncelenmesi
11:30	Arş.Gör.Dr. Irmak Aksoy	İşyerinde Sürdürülebilir Davranışların Motive Edilmesi: Yeşil İşsel Motivasyon, Yeşil Tutku ve Yeşil İşe Adanmışlık Arasındaki İlişkiler



## Salon2 (1. Gün - 2. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
<b>Sıra</b>	<b>Yazar Bilgisi</b>	<b>Bildiri Bilgileri</b>
10:30	Melih Arda Öz	Demokrasi ve Otoriterlikte Devlet ve İstihbarat Teşkilatları: Rusya ve Amerika Birleşik Devletleri'nin Karşılaştırılması
10:45	Dr. Dilber Ekinler	Turizmin Ekonomiye Etkileri: Türkiye Örneği
11:00	Uzman Bayram Can Karahan - Dr. Öğretim Üyesi Recep Çiftgül	Okul Müdürlerinin Yönetim Becerileri İle Öğretmenlerin Okula Bağlılıkları Arasındaki İlişki
11:15	Dr. Dilber Ekinler	Katılım Bankalarının Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve Önemi

## Salon3 (1. Gün - 2. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Prof.Dr. Handan Öztekin		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
10:30	Araştırmacı Elif Sancar - Prof.Dr. Handan Öztekin	3-Boyutlu Minkowski Uzayında Rektifiyen Eğri Çiftleri ve Özellikleri
10:45	Doç.Dr. Gülden Altay Suroğlu - Zeynep Altay	Modifiye Edilmiş Catmull-Rom Eğrilerine Dair Bazı İncelemeler ve Robotik Yol Planlamaya Uygulamaları
11:00	Bilal Kay - Doç.Dr. Tolga Topkaya	Eriyik Biriktirme Yöntemiyle Üretilen Malzemelerde Baskı Oryantasyonunun Kırılma Davranışları Üzerindeki Etkisi
11:15	Ayçelen İdil Dülger - Dr. Öğretim Üyesi Burcu Didem Çorbacıoğlu - Doç.Dr. Seyfullah Keyf	Doğal Ligninli Güneş Kremi Formülasyonunda Merkezi Bileşik Tasarım Yaklaşımı
11:30	Dr. Öğretim Üyesi Betül Akçeşme - Boris Kovalenko	Melanomda Mikrotalmia ile İlişkili Transkripsiyon Faktörü ile Etkileşen Fotosensitizerlerin in Silico Değerlendirilmesi

## Salon1 (1. Gün - 3. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Lütfü Şimşek		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
12:00	Dr. Öğretim Üyesi Lütfü Şimşek	Marksist Değer Kuramı ve Modern Üretim İlişkileri
12:15	Dr. Öğretim Üyesi Lütfü Şimşek	Emek-Değer Teorişi ve Neoklasik Değer Kuramları: Karşılaştırmalı Bir İnceleme
12:30	Dr. Öğretim Üyesi Altuğ Ocak	Dijital Çağda Güven Kaybı: Azalan Etkileşim ile İlişkinin Sona Ermesi Arasındaki Bağlantı
12:45	Araştırmacı Zeynep Ataç - Dr. Öğretim Üyesi Pelin Bintaş Zörer	Senaryolarla Duygu Düzenleme: Öfke ve Üzüntü İçeren Durumlar İçin Türkçe Senaryoların Oluşturulması ve Değerlendirilmesi
13:00	Doç.Dr. Ufuk Töman	Okul Öncesi Programlarının Erken Çocukluk Eğitiminde Tanıma ve Değerlendirme Boyutunda İncelenmesi

## Salon2 (1. Gün - 3. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Öğr.Gör. Sıla Can Budak		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
12:00	Öğr.Gör. Sıla Can Budak	Peter Shaffer'in Küheylan Oyununda Psikodramatik Etkiler: Dramatik Kurgu ve Ruhsal Açılımın Kesişimi
12:15	Doç.Dr. İlkan Devrim Dinç	Transmedya Aracılığıyla Fan Kültürünün Streaming Platformlarına Güncel Etkileri ve "the Acolyte" Örneği
12:30	Doç.Dr. Vahdet Yasin Akyüz	Küreselleşen Dünyada Evrimleşen Tiyatro
12:45	Doç.Dr. İlkan Devrim Dinç	Yapay Zeka ile Üretilen Videoların Sosyal Medya Platformlarında Yarattığı Dezenformasyonlar ve Sosyokültürel Yansımaları
13:00	Doç.Dr. Metin Kuş	Görsel Sanatlarda Üç Temel Kavram "Gerçekçilik" "hakikat" ve "Temsil" İlişkisi

## Salon3 (1. Gün - 3. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Medine Özkaya		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
12:00	Dr. Medine Özkaya	Sombrero Füzyon Reaktöründe V-C1 Termokimyasal Çevrimi Kullanılan Hidrojen Üretim Tesisinin Hidrojen Üretim Miktarının İncelenmesi
12:15	Kürşad Ertuğrul Bay - Dr. Öğretim Üyesi Yusuf Siyambaş - Prof.Dr. Gültekin Uzun	Farklı Pla/tpu Katman Konfigürasyonlarının Sandviç Yapıların Çekme Dayanımına Etkisi: Eklemeli İmalat Yaklaşımı
12:30	Öğr.Gör. Merve Akın - Prof.Dr. Mehmet Akif Erişmiş	Grafen Tabanlı Alan Etkili Transistörler
12:45	Selçuk Arıkan - Dr. Öğretim Üyesi Levent Nuralın - Doç.Dr. Murat Bilen - Prof.Dr. Metin Gürü	Pamuklu Kumaşlara Alev Geciktiricilik Özelliği Kazandırılması Amacıyla Nikel Floroborat Bileşiğinin Potansiyelinin Araştırılması
13:00	Elif Sen - Ceren Karakus - Dr. Aslı Hocaoglu-Ozyıgıt - Zulkuf Memis - Edlira Preza - Dr. Öğretim Üyesi Ertugrul Yalcın - Dr. Öğretim Üyesi Salim Suner - Doç.Dr. Sabahattin Deniz - Prof.Dr. İbrahim İlker Ozyıgıt	Alternanthera Sessilis Bitkisinin Reactive Blue 19 Boyar Maddesi Altında Fizyolojik, Genotoksik ve Fitoremediasyon Potansiyelinin Araştırılması

## Salon1 (1. Gün - 4. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Seda Sapmaz Yurtsever		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
13:30	Dr. Öğretim Üyesi Seda Sapmaz Yurtsever	Depresyonun Tıkanırçasına Yeme Üzerindeki Etkisinde Beklentilerin Rolü
13:45	Doç.Dr. Hacı Hayrettin Tıraş	Türkiye'nin D-8 Ülkeleri İle Olan Dış Ticaret Performansının Değerlendirilmesi
14:00	Dr. Ebru Mutlu	Ortaokul Matematik Öğretmeni Adaylarının Algoritmik Gösterim Yöntemleriyle Problem Çözme Becerilerinin İncelenmesi
14:15	Dr. Öğretim Üyesi İsa Altınışık	Yüksek Enflasyonun Mali Raporlama Üzerindeki Bozucu Etkilerinin İktisadi Yorumlanması
14:30	Dr. Öğretim Üyesi İsa Altınışık	Enflasyon Muhasebesinin Makroekonomik Dengelere Etkisi: Para Politikası İle Etkileşim Üzerine Bir Değerlendirme



## Salon2 (1. Gün - 4. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Rıza Fatih Mendilcioğlu		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
13:30	Dr. Öğretim Üyesi Rıza Fatih Mendilcioğlu	Neoliberal Mimarlığın Kamusal Alanlara Yansıması: Foucault'nun Yönetimsellik Perspektifinden Bir İnceleme
13:45	Doç.Dr. Metin Kuş	Dijital Çağda Plastik Sanatlar Eğitiminin Temel Sorunları
14:00	Araştırmacı Adil Can Süren - Prof.Dr. Şebnem Yıldırım Orhan	Türkiye'deki Viyolonsel Toplulukları

## Salon3 (1. Gün - 4. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Banuay Coşkun		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
13:30	Dr. Banuay Coşkun	Deneysel Tasarım Yaklaşımlarının Biyokimya Alanında Uygulanması ve Optimizasyondaki Rolü
13:45	Burak Al - Prof.Dr. Özlem Ege Oruç	Denetimli Makine Öğrenimi Tekniklerini Kullanarak Futbol Verilerinin Analizinin Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi
14:00	Dr. Banuay Coşkun - Doç.Dr. Özlem Biçen Ünlüer	3d Biyobasım Süreçlerinde Biyomürekkep Bileşiminin Deneysel Tasarımı ve Optimizasyonu
14:15	Dr. Gürsel Korkmaz - Prof.Dr. İsa Karaman - Prof.Dr. Hayreddin Gezen	Tiyosemikarbazon Türevleri Uygulanan Polyester Kumaşların Antibakteriyel Aktiviteleri
14:30	Yavuz Çapkan - Prof.Dr. Aydın Yeşildirek	An Efficient Adaptive Dropout for Robust Traffic Sign Classification



## Salon1 (1. Gün - 5. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. Sibel Kundakçı		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
15:00	Doç.Dr. Sibel Kundakçı	Abaza Hasan Paşa İsyanının Amasya Sancağındaki Yansımaları Üzerine Bir Değerlendirme
15:15	Mertkan Akpınar	Bir Mektubun Analizi: mısır Kraliçesi Ankhesenamun ve Hitit Kralı I. Şuppiluliuma
15:30	Dr. Gülden Özdemir - Dr. Öğretim Üyesi Ahmet Yıldırım	Lise Öğrencileri Ne Kadar Öz Bilince Sahip' Bir Başarı Testi Örneği
15:45	Dr. Gülden Özdemir - Dr. Öğretim Üyesi Ahmet Yıldırım	Görme Engelli Lise Öğrencilerinin Merkezi Sınavlarda Yaşadıkları Sorunlar ve Beklentileri
16:00	Volkan Akkurt - Dr. Öğretim Üyesi Deren Başak Akman Yeşilel	Türk İngilizce Öğretmenlerinin İngilizce Sınıflarında Kültür Öğretiminde Sosyal Medyanın Etkisine İlişkin Görüşleri

## Salon3 (1. Gün - 5. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Ömer Faruk Yeşil		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
15:00	Dr. Öğretim Üyesi Ömer Faruk Yeşil - Dr. Ahmet Çelik	Diyarbakır Çökelek Peynirinde Mikrobiyolojik Yük ve Mevzuat Uyumunun Değerlendirilmesi
15:15	Dr. Öğretim Görevlisi Ahmet Çelik - Dr. Öğretim Üyesi Ömer Faruk Yeşil	Coğrafi İşaretli Diyarbakır Örgü Peynirinin Geleneksel Üretim Tekniklerinin İncelenmesi
15:30	Bünyamin Akmeşe - Dr. Öğretim Üyesi Esin Ayşe Zaimoğlu	Huanglongbing Hastalığından Etkilenmiş Narenciye Ağaçlarında Yolo Tabanlı Nesne Tespit Modellerinin Karşılaştırmalı Analizi
15:45	Araştırmacı Ahmet Çay - Araştırmacı Alaeddin Türkmen - Dr. Barış Bayram	Büyük Ölçekli Adres Sınıflandırması İçin Hibrit Doğal Dil İşleme Yaklaşımları
16:00	Doç.Dr. Şehriman Atalay - Erdim Atakan Sağlık - Dr. Hakan Bülbül - Prof.Dr. Erbil Ağar - Arş.Gör. Onur Erman Doğan	(E)-2-(((4-Ethylphenyl)imino)methyl)-4- Methoxyphenol: Synthesis, Crystallographic Analysis, and Spectroscopic Characterization

## Salon1 (2. Gün - 1. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Hakan Ozkan		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
9:00	Dr. Hakan Ozkan	Production of Alkali-Activated Paste by mixing Two Types of Slag: An Unexplored Solution for the Industry
9:00	Dr. Öğretim Üyesi Özlem İpek Kalaoglu Altan	Termal Yönetim Uygulamaları İçin Poliviniliden Florür Tabanlı Nanoflifer
9:15	Araştırmacı Baturalp Sağlam - Araştırmacı Ümit Sile	Sağlık Sigortasında Yapay Zekâ Destekli Kalp Hastalıkları Risk Değerlendirmesinin Dijital Dönüşümü
9:30	Dr. Öğretim Üyesi Hülya Başeğmez	Unveiling Trends and Seasonality in Time Series: Short-Term Bicycle Demand Forecasting With Prophet
9:45	Araştırmacı Hakan Bolat - Araştırmacı Mete Oğuzhan Bayrampınar	A1 Destekli Yazılım Mühendisliği ile Sigortacılık Altyapısının Dönüştürülmesi

## Salon2 (2. Gün - 1. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. Ayfer Bakır		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
9:00	Doç.Dr. Ayfer Bakır	Hematolojik Maligniteli Bireylerde Herpes Simplex Virus Tip 2 İgg Sıklığı
9:15	Uzman Emine Özdemir Karahan - Prof.Dr. Mukadder Şanlı - Uzman Oya Olcay Özdeş	Tek Taraflı Meme Cerrahisinde Ultrasonografi Eşliğinde Yapılan Erektör Spina Plan Bloğunun İntraoperatif Aneljezik Tüketimine Etkisi
9:30	Uzman Yusuf Altuntaş	Spondilolistezi Nedeniyle Cerrahi Uygulanan Hastalarda Lomber Lordozdaki Preoperatif ve Postoperatif Değişimin Değerlendirilmesi
9:45	Dr. Öğretim Üyesi Sevgi Öztaş - Öğretim Görevlisi İsmail Öztaş	Endojen ve Egzojen Antioksidanların Dna Hasarı Üzerindeki Koruyucu Etkileri
10:00	Dr. Öğretim Üyesi Sevgi Öztaş	Mitokondriyal Fonksiyon Bozukluğu ve Obezite: Ucp Proteinlerinin Rolü

## Salon1 (2. Gün - 2. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
<b>Sıra</b>	<b>Yazar Bilgisi</b>	<b>Bildiri Bilgileri</b>
10:30	Araştırmacı Kübilay Öztürk - Araştırmacı Beyzanur Erdem	Investigation of Tiger Stripes On Large Surface Area Polymer Parts Produced by Injection Molding Method
10:45	Araştırmacı Yasemin Altınbay - Dr. Öğretim Üyesi Pelin Çağım Tokat Birgin	Çeşitli İlavelerle Takviyelenmiş Titanyum Matrisli Kompozitlerin Sps Yöntemiyle Üretiminin Mekanik Özellikleri İle Uygulama Potansiyelinin Geliştirilmesi
11:00	Dr. Öğretim Üyesi Ayşe Deliktaş Demirci - Dr. Öğretim Üyesi Mine Oruç - Doç.Dr. Filiz Aslantekin Özçoban - Prof.Dr. Kamile Kabukcuoğlu	Doğumhanede Çalışan Sağlık Profesyonellerinde Travmaya Duyarlı Bakım: Etik Değerlere Eğilim ve İletişim Becerilerinin Kanonik Korelasyonu
11:15	Ömer Faruk Karahan - Dr. Öğretim Üyesi Selin Yalçın	Otel Müşterilerinin Memnuniyetini Etkileyen Unsurların Keşifsel Faktör Analizi ile Belirlenmesi
11:30	Dr. Öğretim Üyesi Hatice Çokkızgın - Doç.Dr. Alihan Çokkızgın	Endüstriyel Biyoteknolojinin Temel Taşı Olarak Endüstri Bitkileri: Mevcut Uygulamalar, İnovasyonlar ve Gelecek Perspektifleri

## Salon2 (2. Gün - 2. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. Ömer Akyürek		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
10:30	Doç.Dr. Ömer Akyürek	Diyabet ve Bitkisel Tedavi ile İlgili Youtube Videoların Değerlendirilmesi
10:45	Dr. Zeynep Yıldırım - Dr. Öğretim Üyesi Sema Büğüşan Oruç	Tip 2 Diyabet Yönetimi ve Egzersiz Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Bir Literatür İncelemesi.
11:00	Araştırmacı Roja Arslantosun	Atletizm Sporcularının Algılanan Stres Düzeylerinin Durumsallık ve Sürekli Kaygının Performans Üzerine Etkisinin İncelenmesi
11:15	Dr. İbrahim Aydınli	Türkiye’de Beden Eğitimi Öğretim Programlarının Dönüşümü: Eski Müfredat ve Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli’nin Karşılaştırmalı Analizi
11:30	Dr. İbrahim Aydınli	Almanya ve Türkiye’de Sporda Yetenek Seçimi: Karşılaştırmalı Bir İnceleme

## Salon1 (2. Gün - 3. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Kamil Serdar İnal		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
12:00	Araştırmacı Merve Sena Özcan - Dr. Öğretim Üyesi Kamil Serdar İnal	Veteriner Görüntülemeye Yapay Zekâ Destekli Tespit Sistemlerinin İncelenmesi
12:15	Dr. Firdevs Yılmaz Dayanç - Prof.Dr. Cengiz Yıldız	Epididimal Rat Spermlerinin Kriyoprezervasyonunda Dondurma Medyumuna İlave Edilen Melatonin ve Koenzim Q10'un Spermatozojik Özellikler Üzerine Etkisi
12:30	Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Emin Arayıcı - Araştırmacı Ali Köse	Association Between Nighttime Sleep Duration and Falls Among Community-Dwelling Older Adults Aged 65 and Over: Findings From a National Population-Based Cross-Sectional Study
12:45	Dr. Öğretim Üyesi Gökhan Koçak - Prof.Dr. Cengiz Yıldız	Fare Sperminin Dondurulabilirliği Üzerine Ferulik Asit, Triptofan ve L-Glutamin'in Etkisi
13:00	Emre Kızıltan - Doç.Dr. Onur Cüneyt Kahraman	Bolu Spor Turizminin Haritası

## Salon2 (2. Gün - 3. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. Sezgi Cinel Şahin		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
12:00	Arş.Gör. Müge Erarslan - Doç.Dr. Sezgi Cinel Şahin - Dr. Öğretim Üyesi Hande Şenol	Diş Hekimliği Preklinik Öğrencilerinin Pratik Derslere Bakış Açısının Değerlendirilmesi
12:15	Doç.Dr. Ahmet Karadağ	Ankilozan Spondilit Hastalarında Il-6 Düzeyinin Sağlıklı Bireylerle Karşılaştırılması ve Hastalık Aktivasyonu ile İlişkisi
12:30	Arş.Gör. Muhammed Enes Çalışkan - Dr. Öğretim Üyesi Müjdat Yeşildal	Bireylerin Geleneksel Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp Tutumunun İncelenmesi: Bir Meta-Analiz Çalışması
12:45	Dr. Ramazan Ördek - Prof.Dr. Cengiz Yıldız	Epididimal Rat Spermi Sulandırıcısına İlave Edilen L-Glutathione ve Alpha-Tocopherol'ün Donmuş Çözdürülmüş Sperm Kalitesi Üzerine Etkileri
13:00	Uzman Şermin Çoban Kökten - Prof.Dr. Nagihan Yalçın	Tiroid Karsinomlarında Ki-67, P53 ve Siklin D1 Ekspresyonunun Prognostik Önemi: Klinikopatolojik Bir Çalışma

# İÇİNDEKİLER

## EĞİTİM VE SOSYAL BİLİMLER

Makale İsmi	Yazarlar	S.N
ÖĞRETMENLERİN TEMEL TEKNOLOJİK YETERLİLİKLERİNİN SOSYODEMOGRAFİK ÖZELLİKLERİNE GÖRE İNCELENMESİ	ESRANUR AFACAN, GÜL KADAN	2
TÜRKİYE VE DÜNYADA ZORUNLU SAĞLIK SİGORTASI SİSTEMLERİNİN DÖNÜŞÜMÜ	EVREN ÇAĞLARER	15
ÇUKUROVA'DAN ORTA ASYA'YA CEMİLELER: KÜLTÜR-EDEBİYAT COĞRAFYASI BAĞLAMINDA TOPLUMDA KADIN.	İLYAS TUĞ	25
18. YÜZYIL OSMANLI EL YAZMALARINDA YER ALAN TARAKLI EBRU ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ	KEZİBAN GÜNDÜZ	36
HİRİSTİYANLIKTA DUA BEZLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ VE DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜ	AZİZE UYGUN	46
ORTAOKUL MATEMATİK ÖĞRETMENİ ADAYLARININ ALGORİTMİK GÖSTERİM YÖNTEMLERİYLE PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ	EBRU MUTLU	55
TÜRK İNGİLİZCE ÖĞRETMENLERİNİN İNGİLİZCE SINIFLARINDA KÜLTÜR ÖĞRETİMİNDE SOSYAL MEDYANIN ETKİSİNE İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ	VOLKAN AKKURT, DEREN BAŞAK AKMAN YEŞİLEL	65
BİR MEKTUBUN ANALİZİ: MISIR KRALİÇESİ ANKHESENAMUN VE HİTİT KRALI I. ŞÜPİLULİUMA	MERTKAN AKPINAR	76
ÜNİVERSİTE SON SINIF ÖĞRENCİLERİNDE KARİYER STRESİ İLE KARİYER UYUMU ARASINDAKİ İLİŞKİDE PROAKTİF KARİYER DAVRANIŞININ ARACILIK ROLÜ	AHMET ALKAL	87
KENTLEŞMENİN EŞİĞİNDE: KALKOLİTİK BATI ANADOLU	ELİF GÖZLER ÇAMUR	97
BANKA VE ENFLASYON İLİŞKİSİ: KATILIM VE MEVDUAT BANKALARININ ENFLASYON İLE İLİŞKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	DİLBER EKİNLER	106
KATILIM BANKALARININ TÜRKİYE EKONOMİSİNDEKİ YERİ VE ÖNEMİ	DİLBER EKİNLER	110
KÜRESELLEŞEN DÜNYADA EVRİMLEŞEN TİYATRO	VAHDET YASİN AKYÜZ	115
TRANSMEDYA ARACILIĞIYLA FAN KÜLTÜRÜNÜN STREAMİNG PLATFORMLARINA GÜNCEL ETKİLERİ VE "THE ACOLYTE" ÖRNEĞİ	DOÇ. DR. İLKAN DEVRİM DİNÇ	121
YAPAY ZEKA İLE ÜRETİLEN VİDEOLARIN SOSYAL MEDYA PLATFORMLARINDA YARATTIĞI DEZENFORMASYONLAR VE SOSYOKÜLTÜREL YANSIMALARI	DOÇ. DR. İLKAN DEVRİM DİNÇ	131
PETER SHAFFER'İN KÜHEYLAN OYUNUNDA PSİKODRAMATİK ETKİLER: DRAMATİK KURGU VE RUHSAL AÇILIMIN KESİŞİMİ	SILA CAN BUDAK	144
NEOLİBERAL MİMARLIĞIN KAMUSAL ALANLARA YANSIMASI: FOUCAULT'NUN YÖNETİMSELLİK PERSPEKTİFİNDEN BİR İNCELEME	RIZA FATİH MENDİLCİOĞLU	151

## FEN VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ

Makale İsmi	Yazarlar	S.N
ÇOK ÖLÇEKLİ AÇILIM METODU KULLANILARAK YÜKSEK MERTEBELİ KAUP-KUPERSHMDT (KK) DENKLEMİNDEN TÜRETİLEN DOĞRUSAL OLMAYAN SCHRÖDİNGER DENKLEMİ	MURAT KOPARAN	162
BAHARATLARDA MİKOTOKSİN KONTAMİNASYONU: KAYNAKLAR, RİSKLER VE KONTROL STRATEJİLERİ	ADİL NEZİH KAYIŞOĞLU, ÇAĞLA KAYIŞOĞLU, BÜLENT KABAK	170
DOĞAL LİGNİNLİ GÜNEŞ KREMİ FORMÜLASYONUNDA MERKEZİ BİLEŞİK TASARIM YAKLAŞIMI	AYÇELEN İDİL DÜLGER, BURCU DİDEM ÇORBACIOĞLU, SEYFULLAH KEYF	180
MODİFİYE EDİLMİŞ CATMULL-ROM EĞRİLERİNE DAİR BAZI İNCELEMELER VE ROBOTİK YOL PLANLAMAYA UYGULAMALARI	GÜLDEN ALTAY SUROĞLU, ZEYNEP ALTAY	189
MELANOMDA MİKROTALMİA İLE İLİŞKİLİ TRANSKRİPSİYON FAKTÖRÜ İLE ETKİLEŞEN FOTOSENSİTİZERLERİNİN SİLİCO DEĞERLENDİRİLMESİ	BETÜL AKÇEŞME, BORİS KOVALENKO	200
GRAFEN TABANLI ALAN ETKİLİ TRANSİSTÖRLER	MERVE AKIN, MEHMET AKİF ERİŞMİŞ	214
FARKLI PLA/TPU KATMAN KONFİGÜRASYONLARININ SANDVIÇ YAPILARIN ÇEKME DAYANIMINA ETKİSİ: EKLEMELİ İMALAT YAKLAŞIMI	KÜRŞAD ERTUĞRUL BAY, YUSUF SİYAMBAŞ, GÜLTEKİN UZUN	227
SOMBRERO FÜZYON REAKTÖRÜNDE V-CL TERMOKİMYASAL CEVRİMİ KULLANILAN HİDROJEN ÜRETİM TESİSİNİN HİDROJEN ÜRETİM MİKTARININ İNCELENMESİ	MEDİNE ÖZKAYA	237
AN EFFICIENT ADAPTİVE DROPOUT FOR ROBUST TRAFFIC SIGN CLASSİFICATION	YAVUZ ÇAPKAN, AYDIN YEŞİLDİREK	248
3D BİYOBASIM SÜREÇLERİNDE BİYOMÜREKKEP BİLEŞİMİNİN DENEYSEL TASARIMI VE OPTİMİZASYONU	BANUAY COŞKUN, ÖZLEM BİÇEN ÜNLÜER	255
DENEYSEL TASARIM YAKLAŞIMLARININ BİYOKİMYA ALANINDA UYGULANMASI VE OPTİMİZASYONDAKİ ROLÜ	BANUAY COŞKUN	261
(E)-2-((4-ETHYLPHENYL)İMİNO)METHYL)-4-METHOXYPHENOL: SYNTHESIS, CRYSTALLOGRAPHIC ANALYSIS, AND SPECTROSCOPIC CHARACTERIZATION	ŞEHRİMAN ATALAY, ERDİM ATAKAN SAĞLIK, HAKAN BÜLBÜL, ERBİL AĞAR, ONUR ERMAN DOĞAN	266
HUANGLONGBİNG HASTALIĞINDAN ETKİLENMİŞ NARENCİYE AĞAÇLARINDA YOLO TABANLI NESNE TESPİT MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ	BÜNYAMİN AKMEŞE, ESİN AYŞE ZAIMOĞLU	278
BÜYÜK ÖLÇEKLİ ADRES SINIFLANDIRMASI İÇİN HİBRİT DOĞAL DİL İŞLEME YAKLAŞIMLARI	AHMET ÇAY, ALAEDDİN TÜRKMEN, BARIŞ BAYRAM	289
ENDÜSTRİYEL BİYOTEKNOLOJİNİN TEMEL TAŞI OLARAK ENDÜSTRİ BİTKİLERİ: MEVCUT UYGULAMALAR, İNOVASYONLAR VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ	HATİCE ÇOKKIZGIN, ALİHAN ÇOKKIZGIN	296
OTEL MÜŞTERİLERİNİN MEMNUNİYETİNİ ETKİLEYEN UNSURLARIN KEŞİFSEL FAKTÖR ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ	ÖMER FARUK KARAHAN, SELİN YALÇIN	305

DEVELOPMENT OF MECHANICAL PROPERTIES AND APPLICATION POTENTIAL OF TITANIUM MATRIX COMPOSITES REINFORCED WITH VARIOUS ADDITIVES BY SPS METHOD	YASEMİN ALTINBAY, PELİN ÇAĞIM TOKAT BİRGİN	316
PRODUCTION OF ALKALI-ACTIVATED PASTE BY MIXING TWO TYPES OF SLAG: AN UNEXPLORED SOLUTION FOR THE INDUSTRY	HAKAN OZKAN	325
INVESTIGATION OF TIGER STRIPES ON LARGE SURFACE AREA POLYMER PARTS PRODUCED BY INJECTION MOLDING METHOD	BEYZANUR ERDEM, KÜBİLAY ÖZTÜRK	332

## SPOR VE SAĞLIK BİLİMLERİ

Makale İsmi	Yazarlar	S.N
SPONDİLOLİSTEZİ NEDENİYLE CERRAHİ UYGULANAN HASTALARDA LOMBER LORDOZDAKİ PREOPERATİF VE POSTOPERATİF DEĞİŞİMİN DEĞERLENDİRİLMESİ	YUSUF ALTUNTAŞ	339
TEK TARAFLI MEME CERRAHİSİNDE ULTRASONOGRAFİ EŞLİĞİNDE YAPILAN EREKTÖR SPİNA PLAN BLOĞUNUN İNTRAOPERATİF ANELJEZİK TÜKETİMİNE ETKİSİ	EMİNE ÖZDEMİR KARAHAN, MUKADDER ŞANLI, OYA OLCAY ÖZDEŞ	342
ATLETİZM SPORCULARININ ALGILANAN STRES DÜZEYLERİNİN DURUMSALLIK VE SÜREKLİ KAYGININ PERFORMANS ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ	ROJA ARSLANTOSUN	354
TİP 2 DİYABET YÖNETİMİ VE EGZERSİZ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ. BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ.	ZEYNEP YILDIRIM, SEMA BÜĞÜŞAN ORUÇ	369
DİŞ HEKİMLİĞİ PREKLİNİK ÖĞRENCİLERİNİN PRATİK DERSLERE BAKIŞ AÇISININ DEĞERLENDİRİLMESİ	MÜGE ERARSLAN, SEZGİ CİNEL ŞAHİN, HANDE ŞENOL	375
BOLU SPOR TURİZMİNİN HARİTASI	EMRE KIZILTEN, ONUR CÜNEYT KAHRAMAN	385



# EĞİTİM VE SOSYAL BİLİMLER

## ÖĞRETMENLERİN TEMEL TEKNOLOJİK YETERLİLİKLERİNİN SOSYODEMOGRAFIK ÖZELLİKLERİNE GÖRE İNCELENMESİ

*Esratur AFACAN<sup>1</sup>, Gül KADAN<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>E-mail: Yüksek Lisans Öğrencisi, [tebesirtozu42@gmail.com](mailto:tebesirtozu42@gmail.com) ; Çankırı Karatekin Üniversitesi,  
Sağlık Bilimleri Fakültesi, Çocuk Gelişimi Bölümü, Çankırı / Türkiye.

ORCID kimliği: <https://orcid.org/0009-0006-1044-4897>

<sup>2</sup>E-mail: Doç. Dr., [gakadan@karatekin.edu.tr](mailto:gakadan@karatekin.edu.tr) ; Çankırı Karatekin Üniversitesi, Sağlık Bilimleri  
Fakültesi, Çocuk Gelişimi Bölümü, Çankırı/ Türkiye.

ORCID kimliği: <https://orcid.org/0000-0002-1430-8714>

---

### ÖZET

Günlük yaşamın bir parçası haline gelen teknoloji ile ulaşım, sağlık, iletişim vs. alanlarda olanakların önemli ölçüde gelişmesinin yanı sıra eğitim alanında da önemli ilerlemelerin meydana geldiği görülmektedir. Günümüzde teknolojinin oldukça yoğun kullanılması sonucunda oluşabilecek problemler, eğitim öğretimin verimli kullanılması ile azaltılabilir. Eğitim öğretimde verimliliği artırarak eğitimi tüm öğrenciler için daha dinamik ve etkili hale getirmek ise öğretmenlere düşmektedir. Temel teknolojik yeterliliklere sahip öğretmen, derslerinde teknolojiyi en verimli şekilde kullanarak öğrencilerin potansiyellerini keşfetmelerini, yeteneklerini geliştirmelerini ve yaşamları boyunca öğrenmeye devam etmelerini sağlayabilir. Bu düşünceler altında araştırmada öğretmenlerin temel teknolojik yeterliliklerinin okul öncesi eğitimde teknolojik araç-gereç kullanımı ile sahip olunan yeterliliklerin sosyodemografik özelliklere göre incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Çankırı İl Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı olan bağımsız ana okullarında görev yapan okul öncesi öğretmenler ile çalışılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak “Genel Bilgi Formu”, “Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeği” ve “Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmenlerin cinsiyet, yaş, eğitim durumuna yönelik ölçekler arasında anlamlı farklılık bulunmazken, günlük teknoloji kullanım süresinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Günlük teknoloji kullanım süresi 5-10 saat olan öğretmenlerin teknolojik tutumları daha yüksek olarak bulunmuştur. Araştırmadan elde edilen sonuçlara dayanarak teknoloji kullanımı konusunda daha bilinçli olması açısından hizmet içi seminerlerin verilmesi önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Teknoloji, Öğretmen Yeterlilikleri, 21. Yüzyıl Becerileri

### ABSTRACT

Technology, which has become a part of daily life, has significantly improved opportunities in transportation, healthcare, communication, and other areas, as well as significant advances in education. Problems that may arise from the intense use of technology today can be mitigated through the efficient use of education. It is the responsibility of teachers to increase the efficiency of education and training, making it more dynamic and effective for all students. By utilizing technology effectively in their lessons, teachers can empower students to discover their potential, develop their

talents, and continue learning throughout their lives. Based on these considerations, the study aimed to examine teachers' basic technological competencies in the use of technological tools and equipment in preschool education and their competencies according to sociodemographic characteristics. A survey model, a quantitative research method, was used in the study. The study included preschool teachers working in independent kindergartens affiliated with the Çankırı Provincial Directorate of National Education. The data collection tools in the study were a "General Information Form," the "Basic Competencies Scale for Teachers' Use of Technology," and the "Attitude Scale Towards the Use of Technological Tools and Equipment in Preschool Education." The study found no significant differences between teachers' gender, age, and educational background, but a significant difference was found in the duration of daily technology use. Teachers who used technology for 5-10 hours per day were found to have higher technological attitudes. Based on the results of the study, in-service seminars can be recommended to increase awareness of technology use.

**Keywords:** *Technology, Teacher Competencies, 21st Century Skills*

## GİRİŞ

Teknoloji “*insanlığın hayatını devam ettirebilmek amacıyla doğaya ve toplumun ürünlerine kattığı her tür maddi yarattı*” (Beşli, 2007) olarak “*insanın maddi çevresini denetlemek ve değiştirmek amacıyla geliştirdiği araç gereçlerle bunlara ilişkin bilgilerin tümü*” (Türk Dil Kurumu, 2016) şeklinde tanımlanmaktadır. Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri, bilişim teknolojilerinin toplumda yaygın kullanımıyla ölçülebilmektedir. Dolayısıyla, ülkeler de dünyadaki gelişmelere uyum sağlayabilmek için teknoloji ile eğitimi birleştirmek adına proje vb. alanlarda çalışmaları yoğunlaştırmışlardır. Dünya’da internet hızının geliştirilmesi, internete bağlı teknolojilerde ilerleme sağlanması, bilgisayar kullanımının yaygınlaşmasının ardından 1990’ların ikinci yarısından itibaren teknoloji yön değiştirmiş ve eğitim alanında aktif bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. 2000’li yıllardan itibaren pek çok ülkede de eğitimde dijitalleşmenin hız kazandığı görülmüştür (Yazıcıoğlu, Yaylak & Genç, 2019). Eğitim öğretimin önemli unsurlarından biri olan öğretmenlerin hızla gelişen teknoloji ile teknolojik imkanları kullanmaları çağın gereği haline gelmiş bulunmaktadır (Avcı, Kula & Haşlamam, 2015). Eğitimde teknoloji kullanımı, öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerini belirlemenin yanı sıra bireyselleştirilmiş öğrenme imkânları sağlanmaktadır. Öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına uygun özelleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunarak öğrencilerin öğrenme materyallerini kendi öğrenme hızlarına uygun olarak belirlemesine, uyarlanabilir algoritmalar ile içeriği bireysel öğrenme stillerine ve yeteneklere uygun biçimde düzenleyebilmelerine olanak tanımaktadır (Özen, Güllü & Uğraş, 2016). Eğitimde teknolojinin kullanım amaçları arasında öğretmenlerin ve öğrencilerin ortak hedeflere ulaşmasına katkı sağlaması bulunmaktadır. Örneğin eğitimde teknoloji kullanımı; öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini (eleştirel ve analitik düşünme, problem çözme, iletişim becerileri vb.) geliştirmenin yanında, farklı öğrenme stillerinin bir arada kullanılmasına aynı zamanda öğrenme süreçlerinin ve sonuçlarının iyileştirilmesine olanak tanımaktadır. Öğretmenlerin, öğrencilerin öğrenme süreci ile ilgili veri toplamasına ve analiz etmesine yardımcı olarak öğrenmelerin daha etkili olmasına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte eğitim ve öğretim süreçlerinin de daha etkili bir şekilde planlanmasına ve uygulanmasına yardımcı olmaktadır (Özden & Bilgiç, 2023). Bunların haricinde teknoloji, bilgiye erişimi oldukça kolaylaştırmaktadır. Öğretmen ve öğrenciler çevrim içi olarak geniş bir bilgi yelpazesine erişmekle birlikte kendi başlarına öğrenme ve keşif yapma imkânına sahip olabilmektedirler. Bu durum, öğretmenlerin geleneksel

anlayıştaki gibi bilgi kaynağı olarak algılanan rolünü de değiştirmiştir (Demirer & Sak, 2015). Eğitim teknolojisi kavramı, teknolojinin eğitim sisteminde ilk olarak 1960'lı yıllarda entegre edilmesiyle ortaya çıkmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde meydana gelen bu kavram, teknolojinin araç olarak kullanılması değil öğrenme sürecini desteklemesi için verdiği her türlü yardım anlamına gelmektedir. Eğitim teknolojisi, eğitimin verimliliğini arttırmak adına yapılan girişimlerdir. Eğitim teknolojisinde hedef, var olan teknolojiyi eğitimin amaçlarına göre yönlendirmekten çok eğitim üzerine taleplerin teknolojideki gelişmelere göre ortaya konmasına yardımcı olmaktır. Teknolojinin hayatın her yerinde yaygınlaşmasıyla birlikte eğitimden uzak kalabileceği düşünülmemiş ve eğitime entegre edilmesiyle birçok olumlu sonuç elde edilmiştir (Bulun, Gülnar & Güran, 2004). Teknolojinin eğitim sürecine dâhil edilmesinden sonra süregelen çalışmalarda, çocuklar için öğrenmeyi daha keyifli hale getirdiği ve çocukların yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiği gözlenmektedir (Akpınar vd., 2005; Aksoy, 2021). Günümüzde çağın eğitim gerekleri, eğitim ve öğretmene yüklenen yeni anlamlar, öğrencilerin farklılaşan ilgi, istek ve ihtiyaçları, bireyin eğitimi konusunda hedeflediği yeni yaklaşımlar, öğretmene mesleki anlamda yeni sorumluluklar yüklemektedir. Bu açıdan bakıldığında öğretmenlik mesleğinin bütünüyle insan hayatının sorumluluğunu taşıyabilecek yüksek yeterlilikler gerektiren bir meslek olarak kabul edilmesi kaçınılmazdır. Bu anlayış, öğretmenlerin daima gelişime açık bireyler olmasını zorunlu kılmaktadır (Tuğluk & Kürtmen, 2018). Öğretmenler belli bir bilgiye ve birikime edinmiş oldukları tecrübeleri sayesinde sahip olabilirler fakat gelişen ve değişen dünyaya ayak uydurmaları için onların da kendilerini geliştirmeye devam etmeleri gerekmektedir. Öğretmenler bu konuda araştırma yapmalı ve kendilerini en iyi düzeyde nasıl geliştirebileceklerini düşünmeli ve gelişen, değişen aynı zamanda kendilerinden beklenen yeterlikleri sağlama konusunda meraklı olmalıdırlar. Eğer öğretmenler kendilerini geliştirmeye yönelik gereken önemi verirse, ortaya çıkan eğitimin-öğretimin kalitesi artar ve yeterlikler konusunda güncel bilgilere sahip olurlar (Tuğluk & Kürtmen, 2018). Öğretmen, bir yandan bilgi, beceri ve tutumları ile eğitim sürecine kalite kazandırırken diğer yandan uyguladığı yöntem, teknik ve stratejilerle eğitim programında yer alan davranışların öğrenciler tarafından kazanılması konusunda önemli rol oynar ve öğrenci niteliklerinin artmasına katkı sağlayabilir (Dağlıoğlu, 2010). Teknolojinin birden fazla kullanım şekli sınıflarda öğretmenler ve öğrenciler tarafından kullanılmaktadır. Bilgi ve İletişim Teknolojisi her geçen gün gelişmeye devam etmekte ve eğitim alanında kullanılmak üzere yeni uygulama alanları yaratmaktadır. Etkileşimli tahta, tablet bilgisayar, doküman kamera gibi birçok elektronik cihaz sınıflarda öğretmenler ve öğrenciler tarafından eğitim sürecinde en yüksek verimi almayı hedefleyerek kullanılmaktadır (Aydoğmuş & Karadağ, 2020). Bilgisayar ağları öğretmenler için, dünyadaki okullardaki akranları ile arasında bağ kurmasına yardımcı olacak bir eğitim ortamı sağlamaktadır. Öğretmenler, aynı durumlarda meslektaşları ile kendi deneyimlerini, problemlerini ve ilgi duydukları konuları paylaşarak, daha fazla avantaj sağlayabilmektedir. Öğretmenlere çalışma ortamlarında meslekî gelişimleri için internet üzerinden yürütülebilen hizmet içi kurslar da bu kapsamda öğretmenlere yeni olanaklar sağlamaktadır (Altın & Kalelioğlu, 2015). Oldukça önemli olan öğretmenlerin teknoloji kullanımı konusunda özellikle de okul öncesi dönemdeki öğretmenlerle gerçekleştirilen sınırlı sayıda araştırmaya rastlanmıştır (Kol, 2012). Bu kapsamda okul öncesi öğretmenlerinin teknolojik yeterliliklerinin incelenmesinin çocuklara ve ebeveynlere ve dolayısıyla topluma katkı sunacağı düşünülmektedir. Bu düşünceler altında yapılan araştırmada, okul öncesi öğretmenlerinin teknolojik yeterliliklerinin sosyodemografik özelliklerine göre incelenmesi amaçlanmıştır.

## YÖNTEM

Okul öncesi öğretmenlerinin teknolojik yeterliliklerinin sosyodemografik özelliklerine göre incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen araştırmanın modeli, evren ve örnekleme, veri toplama araçları, veri toplama yöntemi ve verilerin analizine bu bölümde yer verilmiştir.

### Araştırma Modeli

Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli, bir konu hakkında geçerlilik ve güvenilirliği önceden belirlenmiş araçlarla geniş bir örneklem grubundan bilgi toplamasıdır (Büyüköztürk vd., 2016). Bu kapsamda araştırmada okul öncesi öğretmenlerinin teknolojik yeterliliklerinin belirlenmesi amacıyla tarama modeli kullanılmıştır.

### Evren ve Örneklem

Araştırmada Çankırı İl Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı olan bağımsız anaokullarında ve anasınıflarında görev yapan öğretmenler ile çalışılmıştır. Çankırı İl Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı olan bağımsız anaokullarında ve anasınıflarında görev yapan 200 öğretmenden rastgele örnekleme yöntemi ile 108 öğretmene ulaşılmıştır. Öğretmenlerin sosyodemografik özelliklerinin dağılımı Tablo1’de verilmiştir.

**Tablo 1:** Öğretmenlerin sosyodemografik özelliklerinin dağılımı

Özellik	f	%
<b>Cinsiyet</b>		
Kadın	84	77,8
Erkek	24	22,2
<b>Yaşı</b>		
25-35	89	82,4
35-55	19	17,6
<b>Eğitim durumu</b>		
Lisans	98	90,7
Yüksek Lisans	10	9,3
<b>Teknoloji kullanım süresi</b>		
1-5 saat	78	72,2
5 saat ve üzeri	30	27,8

Tablo 1’de öğretmenlerin sosyodemografik özelliklerinin dağılımı görülmektedir. Tabloda da görüldüğü gibi öğretmenlerin %77,8’i kadın, %22,2’si erkektir. Öğretmenlerin %82,4’ü 25-35 yaş aralığında, %17,6’sı ise 35-55 yaş aralığındadır. Öğretmenlerin %90,7’si lisans, %9,3’ü yüksek lisans eğitime sahiptir. Öğretmenlerin %72,2’sinin 1-5 saat, %27,8’inin ise 5 saat ve üzeri teknolojiyi kullandıkları görülmektedir.

### **Veri Toplama Araçları**

Araştırmada araştırmacı tarafından geliştirilen “Genel Bilgi Formu”, Tuti ve Çolak Seymen (2023) tarafından geliştirilen “Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeği” ve Kol (2012) tarafından geliştirilen “Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği” kullanılmıştır.

**Genel bilgi formu:** Öğretmenlerin sosyodemografik özelliklerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen formdur. Formda öğretmenlerin cinsiyeti, yaşı, eğitim durumu, teknoloji kullanım süresine yönelik bilgiler yer almaktadır.

**Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeği:** Tuti ve Çolak Seymen (2023) tarafından geliştirilmiştir. Öğretmenlerin teknoloji kullanımındaki temel yeterliliklerini belirleyen ölçek 5’li likert tipinde toplam 28 maddeden ve 3 alt boyuttan oluşmaktadır. Cronbach Alfa iç tutarlık katsayıları sırasıyla .89 .93 ve .95 ve tüm ölçek için toplam .96 olarak hesaplanmıştır. Araştırma kapsamında gerçekleştirilen güvenilirlik analizinde Cronbach alfa analizi Temel teknolojik yeterlilikler için .94 EBA kullanım yeterlilikleri için .98 Görüntülü sohbet/toplantı programları kullanım yeterlilikleri için .99 ve tüm ölçek için .99 olarak bulunmuştur.

**Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği:** Kol (2012) tarafından geliştirilmiştir. Okul öncesi öğretmenlerinin teknolojik araç gereç kullanımına yönelik tutumlarını belirleyen ölçek 5’li likert tipinde toplam 23 maddeden tek alt boyuttan oluşmaktadır.

Ölçeğe ilişkin Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı duygusal eğilim için .92 olarak hesaplanmıştır. Araştırma kapsamında gerçekleştirilen güvenilirlik analizinde Cronbach alfa analizi tüm ölçek için .77 olarak bulunmuştur.

### **Veri Toplama Yöntemi**

Araştırmada verilerin toplanabilmesi için okul yönetiminden sözlü izin alınmıştır. Öğretmenlerle araştırmacı bir araya gelmiş ve öğretmenlere araştırmanın amacı hakkında bilgi verilmiştir. Araştırmaya gönüllü olarak katılmak isteyen öğretmenlerle çalışılmıştır. Veriler araştırmacı tarafından yüz yüze toplanmıştır.

### **Verilerin Analizi**

Veriler SPSS 26.0 paket programına alınmıştır. Öğretmenlerin sosyodemografik özelliklerini belirlemek amacıyla betimsel analizler gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin ölçeklere vermiş oldukları cevapların normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla normallik analizi örneklem sayısı 30 üzerinde olduğu için Kolmogorov-Smirnov test sonucu ile çarpıklık ve basıklık değerleri incelenmiştir. Normallik analizine yönelik değerler Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2:** Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeğine vermiş oldukları cevaplara yönelik normallik analiz sonuçları

Ölçek	ALT BOYUT	X	ÇARPILIK	BASIKLIK	p
Okulöncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum	Öğretmen tutumları	75,80	1,00	0,28	.00
	Temel teknoloji yeterliliği	27,00	-0,31	-0,47	.00
Teknoloji kullanımında temel yeterlilikler	EBA kullanım yeterliliği	41,03	-0,54	-0,15	.00
	Görüntülü program kullanımı	45,12	-1,03	-1,09	.00
	Toplam	113,15	-0,60	0,03	.00

Tablo 2’de öğretmenlerin okul öncesi eğitimde teknolojik araç-gereç kullanımına yönelik tutum ve öğretmenlerin teknoloji kullanımında temel yeterlilikler alan ölçeğine verdikleri cevapların normallik dağılımı sonuçları görülmektedir. Tabloda da görüldüğü gibi öğretmenlerin verdikleri cevapların normal olmayan dağılım gösterdiği belirlenmiştir ( $p<.05$ ). Bu nedenle verilerin analizinde non-parametrik teknikler kullanılmıştır.

## BULGULAR

**Tablo 3:** Öğretmenlerin Cinsiyetlerine göre Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği ve Alt Boyutları ile Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeği ve Alt Boyutları Arasındaki Ortalamalar ve Mann Whitney U Testi Analizi Sonuçları (n=108)

Ölçek	Alt boyut	Cinsiyet	n	Sıralar ortalaması	Sıralar toplamı	u	p
Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum	Öğretmen tutumları	Kadın	81	53,73	4352,00	1031,000	.66
		Erkek	27	56,81	1534,00		
Teknoloji kullanımında temel yeterlilikler	Temel teknoloji yeterliliği	Kadın	81	53,90	4366,00	1045,000	.73
		Erkek	27	56,30	1520,00		
	EBA kullanım yeterliliği	Kadın	81	55,35	4483,50	1024,500	.61
		Erkek	27	51,94	1402,50		
	Görüntülü program kullanımı	Kadın	81	56,70	4593,00	915,000	.19
		Erkek	27	47,89	1293,00		
Toplam		Kadın	81	55,22	4472,50	1035,500	.68
		Erkek	27	52,35	1413,50		

Tablo 3'te öğretmenlerin cinsiyetlerine göre Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği ve alt boyutları ile Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeği ve alt boyutları arasındaki ortalamalar ve Mann Whitney u test sonuçları görülmektedir. Tabloda görüldüğü gibi öğretmenlerin cinsiyetlerine göre Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği ve Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeği ve alt boyutları arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır ( $p > .05$ ). Yani öğretmenler teknoloji konusunda benzer davranışlar sergilemektedir.

**Tablo 4:** Öğretmenlerin Yaşlarına göre Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği ve Alt Boyutları ile Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeği ve Alt Boyutları Arasındaki Ortalamalar ve Kruskal-Wallis Test Sonuçları (n=108)

Ölçek	Alt boyut	Yaş	N	X	X <sup>2</sup>	df	p
Teknoloji kullanımında temel yeterlilikler	Öğretmen tutumları	25-35 <sup>1</sup>	88	54,32	0,039	2	.98
		35-45 <sup>2</sup>	14	54,61			
		45-55 <sup>3</sup>	6	56,92			
Teknoloji kullanımında temel yeterlilikler	Temel teknoloji yeterliliği	25-35 <sup>1</sup>	88	54,36	1,008	2	.60
		35-45 <sup>2</sup>	14	50,57			
		45-55 <sup>3</sup>	6	65,75			
	EBA kullanım yeterliliği	25-35 <sup>1</sup>	88	52,71	1,902	2	.39
		35-45 <sup>2</sup>	14	60,11			
		45-55 <sup>3</sup>	6	67,67			
Görüntülü program kullanımı	Görüntülü program kullanımı	25-35 <sup>1</sup>	88	52,78	3,243	2	.20
		35-45 <sup>2</sup>	14	56,21			
		45-55 <sup>3</sup>	6	75,67			
Toplam	Toplam	25-35 <sup>1</sup>	88	53,27	2,386	2	.30
		35-45 <sup>2</sup>	14	54,07			
		45-55 <sup>3</sup>	6	73,58			

Tablo 4'te öğretmenlerin yaşlarına göre Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği ve alt boyutları ile Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeği ve alt boyutları arasındaki ortalama ve Kruskal-Wallis test sonuçları görülmektedir. Tabloda görüldüğü gibi öğretmenlerin yaşlarına göre Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği ve Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeği ve alt boyutları arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır ( $p>.05$ ). Yani öğretmenler teknoloji konusunda benzer davranışlar sergilemektedir.

**Tablo 5:** Öğretmenlerin Eğitim Durumlarına göre Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği ve Alt Boyutları ile Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeği ve Alt Boyutları Arasındaki Ortalamalar ve Mann Whitney U Testi Analizi Sonuçları (n=108)

Ölçek	Alt boyut	Eğitim durumu	n	Sıralar ortalaması	Sıralar toplamı	u	p	
Teknoloji kullanımında temel yeterlilikler	Öğretmen tutumları	Lisans	97	56,12	5444,00	376,000	.11	
		Yüksek	11	40,18	442,00			
		Lisans						
Teknoloji kullanımında temel yeterlilikler	Temel teknoloji yeterliliği	Lisans	97	55,29	5363,50	456,500	.43	
		Yüksek	11	47,50	522,50			
	EBA kullanım yeterliliği	Lisans	97	55,27	5361,50	458,500	.43	
		Yüksek	11	47,68	524,50			
	Görüntülü program kullanımı	Lisans	97	55,28	5362,50	457,500	.43	
		Yüksek	11	47,59	523,50			
	Toplam		Lisans	97	55,35	5368,50	451,500	.40
			Yüksek	11	47,05	517,50		
			Lisans					

Tablo 5'te öğretmenlerin eğitim durumlarına göre "Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği" ve alt boyutları ile "Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeği" ve alt boyutları arasındaki ortalama ve Mann Whitney u test sonuçları görülmektedir. Tabloda görüldüğü gibi öğretmenlerin eğitim durumlarına göre "Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği" ve "Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeği" ve alt boyutları arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır ( $p>.05$ ). Yani öğretmenler teknoloji konusunda benzer davranışlar sergilemektedir.

**Tablo 6:** Öğretmenlerin Günlük Teknoloji Kullanım Sürelerine göre Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği ve Alt Boyutları ile Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeği ve Alt Boyutları Arasındaki Ortalamalar ve Mann Whitney U Testi Analizi Sonuçları (n=108)

Ölçek	Alt boyut	Günlük kullanım süresi	n	Sıralar ortalaması	Sıralar toplamı	u	p
Teknoloji kullanımında temel yeterlilikler	Öğretmen tutumları	1-5 saat	77	48,63	3744,50	741,500	.00
		5-10 saat	31	69,08	2141,50		
Teknoloji kullanımında temel yeterlilikler	Temel teknoloji yeterliliği	1-5 saat	77	51,66	3977,50	974,500	.14
		5-10 saat	31	61,56	1908,50		
Teknoloji kullanımında temel yeterlilikler	EBA kullanım yeterliliği	1-5 saat	77	52,06	4009,00	1006,000	.19
		5-10 saat	31	60,55	1877,00		
Teknoloji kullanımında temel yeterlilikler	Görüntülü program kullanımı	1-5 saat	77	52,77	4063,50	1060,500	.35
		5-10 saat	31	58,79	1822,50		
Teknoloji kullanımında temel yeterlilikler	Toplam	1-5 saat	77	52,07	4009,50	1006,500	.20
		5-10 saat	31	60,53	1876,50		

Tablo 6'da öğretmenlerin günlük teknoloji kullanım sürelerine göre Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği ve alt boyutları ile Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeği ve alt boyutları arasındaki ortalama ve Mann Whitney u test sonuçları görülmektedir. Tabloda görüldüğü gibi öğretmenlerin günlük teknoloji kullanım sürelerine göre teknoloji kullanımında temel yeterlilikler ölçeği alt boyutlarından öğretmen tutumları alt boyutunda anlamlı farklılık bulunmaktadır ( $U=741,50$ ;  $p<.05$ ). Teknoloji kullanımında temel yeterlilikler alt boyutunda ve toplam ölçekte ise anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>.05$ ). Öğretmen tutumları alt boyutunda günlük teknoloji kullanım süresi 5-10 saat olan öğretmenlerin aritmetik ortalaması ( $x=69,08$ ), günlük teknoloji kullanım süresi 1-5 saat olan öğretmenlerin aritmetik ortalamasından ( $x=48,63$ ) yüksektir. Yani günlük teknoloji kullanım süresi 5-10 saat olan öğretmenlerin temel yeterlilikleri daha yüksektir.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Okul öncesi öğretmenlerinin temel teknolojik yeterliliklerinin sosyodemografik özelliklerine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen araştırma sonucunda öğretmenlerin cinsiyet, yaş ve eğitim durumu açısından teknolojik yeterliliklerinde anlamlı bir fark bulunmazken, sadece günlük teknoloji kullanım süresi değişkeni anlamlı farklılık göstermiştir.

Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımında Temel Yeterlilikler Ölçeği ve Okul Öncesi Eğitimde Teknolojik Araç-Gereç Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği ile günlük teknoloji kullanım süresi 5-10 saat olan öğretmenlerin, teknolojiye yönelik tutumlarının daha olumlu olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, bireyin teknoloji ile çok fazla vakit geçirdiğini ve teknolojiye karşı geliştirdiği tutum arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, teknolojiye maruz kalma süresinin dijital yeterliklerin gelişiminde

önemli bir faktör olduğunu savunan literatürle tutarlıdır (Kol, 2012; Tuti & Çolak Seymen, 2023). Diğer yandan, bu araştırmada öğretmenlerin temel teknoloji yeterliliği, EBA kullanım düzeyi ve görüntülü program kullanımı gibi alt boyutlarında günlük kullanım süresine göre anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Bu durum, her ne kadar uzun süre teknoloji kullanan öğretmenlerin teknolojiye yönelik daha olumlu tutum geliştirdiğini göstermiş olsa da bu kullanımın her zaman yeterli bilgi ve beceri kazandırmadığını, nitelikli kullanımın en az süre kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Nitekim Tuğluk ve Kürtmen (2018) de öğretmenlerin kendilerini geliştirmek için gereken önemi vermeleri gerektiğini belirtmektedir. Öğretmenlerin kendilerini geliştirmeye verecekleri önem sonucunda eğitim ve öğretimin kalitesinin artması da mümkün olabilecektir. Öğretmenlerin cinsiyetine, yaşına ve eğitim düzeyine göre anlamlı farklılık bulunmaması ise öğretmenlerin teknolojiyi kullanma konusundaki tutum ve yeterliliklerinin bireysel özelliklerden çok bireysel tecrübe, mesleki gereklilikler ve teknolojiye erişim gibi faktörlerden etkilendiğini düşündürmektedir. Bu durumun teknoloji kullanımının zamanla öğretmenlerin temel mesleki becerileri arasına girdiği şeklinde yorumlamak da mümkündür. Son yıllarda teknolojinin eğitimde kullanılabilmesi adına okullarda fiziki olarak nitelikli iyileştirmeler yapılmış; bilgisayar, akıllı tahta, projeksiyon cihazı, internet gibi teknolojik imkanlar eğitimde teknolojiyi en verimli şekilde kullanabilmek için çeşitli imkanlar sağlanmıştır. Sağlanan bu imkanlara rağmen eğitimin en önemli unsuru öğretmenlerdir. Öğretmenin öğrenme ortamında gerçekleştireceği performansı diğer tüm eğitim öğretim unsurlarından en önemlisidir (Elverici, 2013). Ne kadar teknolojik imkanlarla hazırlanmış sınıflar ve eğitim alanları oluşturulmuş olsa da bu alanları kullanacak öğretmenin öğrencilerine yansıtacağı bu alt yapıya sahip olması gerekmektedir (Öztürk, 2013). Dolayısıyla bu bilinçte olan öğretmenlerin de teknoloji kullanımları ve yeterlilikleri birbirine benzer olacaktır ki bu durum da anlamlı farklılığın olmamasını açıklamaktadır. Araştırma sonucunda sınıfta teknolojik donanımın olma durumuna göre öğretmenlerin teknoloji kullanım yeterlilikleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Sınıfında kısmi teknolojik donanım olan öğretmenlerin teknoloji kullanımına yönelik duygusal tutumları daha düşük bulunmuştur. Bu durumu, öğretmenlerin teknolojiye yönelik ilgilerine bağlayarak açıklamak mümkündür. Nitekim teknolojinin olduğu durumlarda öğretmenlerin teknolojik araçları kullanmaları ve teknolojik araçların kullanılmasıyla da bu araçlara yönelik duygu ve düşüncelerinin şekillenmesi söz konusu olabilmektedir. Olumlu ya da olumsuz yönde olabilecek bu duygusal ifadeler ise aynı zamanda öğretmenlerin teknolojiye bakışlarını şekillendirecektir. Öğretmenlerin günlerinin büyük çoğunluğunu geçirdiği okul ortamında teknolojik donanımın olmaması ya da kısmi olarak bulunması ise bu kapsamda öğretmenlerin bu araçlarla iletişime daha az girmesine ve bu durumda duygu ve davranışlarının bu kapsamda şekillenmesinde etkili olacaktır (Aral & Kadan, 2021).

## **SONUÇ ve ÖNERİLER**

Bu araştırmada, okul öncesi öğretmenlerinin temel teknolojik yeterlilik düzeyleri ile sosyodemografik özellikleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırma kapsamında Çankırı ilindeki 108 okul öncesi öğretmeni ile çalışılmış ve öğretmenlerin temel teknolojik yeterlilikleri ve okul öncesinde teknolojik araç gereç kullanımına yönelik tutumları ile cinsiyet, yaş, eğitim durumu ve teknoloji kullanım süresi gibi değişkenler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Elde edilen bulgular ışığında şu sonuçlara ulaşılmıştır:

Cinsiyet, yaş ve eğitim durumu açısından öğretmenlerin teknolojiye yönelik tutum ve yeterlilik düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu durum, teknolojik tutumun ve yeterliliğin bu değişkenlerden bağımsız olarak benzer düzeylerde olduğunu göstermektedir. Günlük teknoloji kullanım süresinin öğretmenlerin teknolojiye yönelik tutumlarını önemli derecede etkilediği

görülmektedir. Özellikle günlük 5-10 saat teknoloji kullanan öğretmenlerin teknolojiye karşı olumlu tutum sergiledikleri ve yeterlilik düzeylerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Eğitim düzeyinin yükselmesi halinde öğretmenlerin teknolojik araç-gereç kullanımı konusunda kendilerini daha yeterli hissettikleri görülmektedir. Sınıfın teknolojik donanımında görülen alt yapısal eksikliklerin öğretmenlerin teknolojiye olan bakış açılarını olumsuz etkilediğini göstermektedir. Bu sonuçlar, öğretmenlerin teknolojik yeterliliklerinin cinsiyet, yaş ve eğitim durumundan bağımsız olup teknolojiyi kullanım süreleri arttıkça teknolojiye yönelik tutumlarının da belirgin bir oranda arttığını göstermektedir. Sınıf ortamında teknolojinin öğretmenler tarafından etkin bir şekilde kullanılmasının olumlu tutum geliştirmede önemli rolü olduğuna dayanarak öğretmenlerin teknolojiyi etkin kullanabilmeleri için destek almaları gerektiğini ortaya koymaktadır.

### Öneriler

- ✓ Hizmet içi eğitim programları kapsamında öğretmenlerin teknolojik yeterliliklerini artırmaya yönelik güncel ve uygulamalı eğitimler düzenlenmelidir.
- ✓ Teknolojik donanım açısından yetersiz bulunan eğitim kurumlarında altyapı eksiklikleri tespit edilmeli ve giderilmeli, öğretmenler için daha fazla teknolojik araç-gereç erişimi sağlanmalıdır.
- ✓ Okul yönetimleri, öğretmenleri teknoloji kullanımına teşvik edecek faaliyetler (atölyeler, yarışmalar, dijital uygulama projeleri) düzenlemelidir.
- ✓ Öğretmenlerin ders planlarını teknoloji ile bütünleştirici olacak şekilde yapmalı; video konferans sistemleri, EBA ve akıllı tahta uygulamaları gibi araçlar eğitimlerde kullanılmalıdır.
- ✓ Okul öncesi döneme uygun teknolojik araçların kullanımı için materyaller üretilmeli ve üretilen materyaller geliştirilmeli bu materyallerin öğretmenler tarafından kullanımına yönelik rehberlik edilmelidir.
- ✓ Yeni mezun olan öğretmenlerin teknolojik bilgi ve becerilerini nitelikli bir şekilde eğitime yansıtılmaları adına daha deneyimli öğretmenler ile iş birliği içinde çalışmalar gerçekleştirilmelidir.
- ✓ Daha geniş bir örneklem grubuyla araştırmanın farklı illerde tekrarlanması sağlanabilir. Bu durum sonucunda genellenebilirlik artar ve bölgesel farklılıkların belirlenmesi sağlanır.
- ✓ Bilişim ya da fen dersleri gibi alanlar ile sınırlı kalmadan teknolojinin okul öncesi eğitimde dil gelişimi, sanat, müzik gibi çeşitli gelişim alanlarıyla da bütünleştirilmesine yönelik içerikler geliştirilmelidir.

### KAYNAKÇA

- Akpınar, Y., Volkan, B. A. L., & Şimşek, H. (2005). E-Portfolyolarla öğrenme ortamı geliştirme ve destekleme platformu. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 125-129. <https://tojet.net/articles/v4i4/4415.pdf>
- Aksoy, T. (2021). Okul öncesi dönemdeki çocukların eğitiminde teknoloji kullanımına ilişkin öğretmen görüşleri. *Temel Eğitim*, 11, 30-38. <https://doi.org/10.52105/temelegitim.11.3>
- Altın, H. M., & Kalelioğlu, F. (2015). Fatih projesi ile ilgili öğrenci ve öğretmen görüşleri. *Başkent University Journal of Education*, 2(1), 89-105.
- Aral, N., & Kadan, G. (2021). Pandemi sürecinde okul öncesi öğretmenlerinin yaşadıkları problemlerin incelenmesi. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(2), 99-114. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ahievransaglik/issue/64371/906874>

- Avcı, Ü., Kula, A., & Haşlamam, T. (2019). Öğretmenlerin öğrenme-öğretme sürecine entegre etmek istedikleri teknolojilere ilişkin görüşleri. *Acta Infologica*, 3(1), 13-21. <https://doi.org/10.26650/acin.556003>
- Aydoğmuş, M., & Karadağ, Y. (2020). Öğretmen adaylarının bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) yeterlikleri: Ondokuz Mayıs Üniversitesi örneği. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(3), 686-705. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.715457>
- Beşli, Z. (2007). *Teknoloji ve toplum: Ortaöğretim öğrencilerinde teknoloji kullanımı ve etkileri*. [Yüksek lisans tezi], İstanbul Üniversitesi: İstanbul.
- Bulun, M., Gülnar, B., & Güran, S. (2004). Eğitimde mobil teknolojiler. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(2), 165-169. <https://tojet.net/articles/v3i2/3223.pdf>
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. (20. Baskı). Pegem Yayıncılık.
- Dağlıoğlu, H. E. (2010). Üstün yetenekli çocukların eğitiminde öğretmen yeterlikleri ve özellikleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 40(186), 72-84. <https://dergipark.org.tr/en/pub/milliegitim/issue/36198/407059>
- Demirer, V., & Sak, N. (2015). Türkiye'de bilişim teknolojileri (BT) eğitimi ve BT öğretmenlerin değişen rolleri. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5, 434-448. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/inesj/issue/40015/475780>
- Elverici, S. E. (2023). Eğitimde teknoloji entegrasyonu ve teknolojik pedagojik alan bilgisi. S. Demir (Ed). *Kuramdan uygulamaya sınıf içi uygulamalar*. (ss. 57-75). Nobel Yayıncılık.
- Kol, S. (2012). Okul öncesi eğitimde teknolojik araç-gereç kullanımına yönelik tutum ölçeği geliştirilmesi. *Kastamonu Education Journal*, 20(2), 543-554. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/806962>
- Özden, Ş.Y., & Bilgiç, E.N.Ü.B. (2023). Öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri ile teknolojik pedagojik alan bilgileri arasındaki ilişki. *Korkut Ata Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, Özel Sayı, 1026-1047. <https://doi.org/10.51531/korkutataturkiyat.1360027>
- Özen, G., Güllü, M., & Uğraş, S. (2016). Beden eğitimi öğretmenlerinin beden eğitimi ders içi ve dışı etkinliklerinde teknolojik araç ve gereçlerin kullanımı ile ilgili görüşleri. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1), 24-37. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gaunjs/issue/24425/258876>
- Öztürk, E. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerinin bazı değişkenler açısından değerlendirilmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 223-228. <https://doi.org/10.12780/UUSBD163>
- Tuğluk, M. N., & Kürtmen, S. (2018). Türkiye'de öğretmen yeterlikleri. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 30, 809-841. <https://doi.org/10.14520/adyusbd.480236>
- Tuti, G. ve Çolak, C. (2023). Öğretmenlerin teknoloji kullanımında temel yeterlilikler ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Trakya Eğitim Dergisi*, 13 (1), 475-491. <https://doi.org/10.24315/tred.1055801>
- Türk Dil Kurumu (2016). *Teknoloji*. <https://sozluk.gov.tr/>
- Yazıcıoğlu, A., Yaylak, E., & Genç, G. (2019). Temel eğitim öğretmen adaylarının dijital okuryazarlık düzeyleri (Ordu ve Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi örneği). *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 274-286. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/odusobiad/issue/56076/686913>

## Türkiye ve Dünyada Zorunlu Sağlık Sigortası Sistemlerinin Dönüşümü

Evren ÇAĞLARER<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-1343-4751>

<sup>1</sup>E-mail:evren@klu.edu.tr; Kırklareli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Kırklareli/ Türkiye.

---

### Özet

Bu bildiri, zorunlu sağlık sigortasının tarihsel gelişimini, kurumsallaşma sürecini ve çağdaş refah devleti bağlamında üstlendiği çok boyutlu işlevleri incelemektedir. Zorunlu sağlık sigortası, yalnızca bireyin sağlık hizmetine erişimini sağlayan bir sistem değil; aynı zamanda iş gücünün korunması, sosyal barışın sağlanması ve üretkenliğin sürdürülebilirliğine katkı sunan bir sosyal koruma mekanizmasıdır. 1883 yılında Almanya’da Bismarck tarafından başlatılan sosyal sigorta modeli, Avrupa’da ve sonrasında küresel ölçekte farklı refah rejimlerine göre çeşitlenen kurumsal yapılara evrilmiştir. Türkiye özelinde zorunlu sağlık sigortasının kökenleri Osmanlı dönemindeki ilk iş sağlığı düzenlemelerine kadar uzanmakta; Cumhuriyet döneminde ise 1945’te başlayan sosyal sigorta uygulamaları ve 2008’de Genel Sağlık Sigortası’nın yürürlüğe girmesiyle evrensel kapsayıcılığa ulaşmıştır. Ancak sistemin etkinliğini sınırlayan faktörler arasında kayıt dışı istihdam, bölgesel hizmet eşitsizlikleri, iş sağlığı politikalarıyla entegrasyon eksikliği ve mali sürdürülebilirlik riskleri öne çıkmaktadır. Bildiri, ayrıca zorunlu sağlık sigortasının iş sağlığı ve güvenliği politikalarıyla olan yapısal ilişkisini analiz ederek, koruyucu sağlık hizmetlerinin sistem içindeki rolüne dikkat çekmektedir. COVID-19 pandemisi sonrası ortaya çıkan yeni sosyal riskler, dijital sağlık çözümleri ve göç hareketlerinin etkileri de çalışmanın gelecek perspektifi kapsamında ele alınmaktadır. Sonuç olarak, zorunlu sağlık sigortası sistemlerinin dijitalleşme, kapsayıcılık, sosyal eşitlik ve refah devleti dönüşümü ekseninde yeniden tanımlanması gerektiği vurgulanmakta; bu dönüşümün yalnızca mevzuatla değil, toplumsal katılım ve sosyal sorumluluk anlayışıyla birlikte inşa edilmesi gerektiği savunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Bismarck modeli, Genel sağlık sigortası (GSS), İş sağlığı ve güvenliği, Sosyal politika, Zorunlu sağlık sigortası.

---

### Abstract

This paper examines the historical development, institutionalization process, and multidimensional functions of compulsory health insurance within the framework of the modern welfare state. Far beyond serving merely as a mechanism to provide access to healthcare services, compulsory health insurance functions as a key social protection tool that sustains labor force productivity, ensures social peace, and reinforces economic continuity. Originating with Otto von Bismarck’s social insurance model in Germany in 1883, the system evolved into diverse institutional forms shaped by different welfare regimes across Europe and globally. In the case of Turkey, the roots of compulsory health

insurance can be traced back to late Ottoman-era occupational health regulations. However, its formal institutionalization began during the Republican period with the enactment of the 1945 Social Insurance Law, and reached universal coverage through the introduction of the General Health Insurance scheme in 2008. Despite this progress, the system continues to face critical challenges such as widespread informal employment, regional disparities in service access, weak integration with occupational health policies, and financial sustainability risks. The study further analyzes the structural interaction between compulsory health insurance and occupational health and safety (OHS) policies, emphasizing the necessity of integrating preventive healthcare services into the insurance system. The COVID-19 pandemic, in particular, revealed the need to expand policy frameworks to include not only physical but also bio-psycho-social risks. Accordingly, the study addresses the transformative impacts of digital health technologies, migration, and new social vulnerabilities on the future of compulsory health insurance. In conclusion, the paper argues that compulsory health insurance systems must be redefined along the axes of digitalization, inclusivity, social equity, and welfare state transformation, and that this process requires not only legal reform but also societal participation and a renewed understanding of collective responsibility..

**Keywords:** Bismarck model; General Health Insurance (GHI), Occupational health and safety; Social policy; Compulsory health insurance.

---

## GİRİŞ

Zorunlu sağlık sigortası, yalnızca bireylerin sağlık hizmetlerine erişimini sağlayan bir finansman aracı değildir; aynı zamanda iş gücünün sürdürülebilirliğini, üretkenliğini ve toplumsal refahı destekleyen çok boyutlu bir sosyal politika mekanizmasıdır. Bu sistemin kurumsal temelleri, 1883 yılında Almanya’da Şansölye Otto von Bismarck tarafından atılmış ve bu tarihten itibaren sosyal sigorta modelleri, modern refah devletlerinin en temel unsurlarından biri haline gelmiştir. Ancak söz konusu düzenlemenin arkasında yalnızca sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesi değil, aynı zamanda yükselen işçi hareketlerine karşı sosyal dengeyi sağlamaya yönelik stratejik bir devlet politikası yer almaktadır (Baldwin, 1990; Hennock, 2007).

Bismarck modeli, kısa sürede iş kazası sigortası (1884) ve emeklilik sigortası (1889) gibi uygulamalarla genişlemiş; böylece çalışanların işle bağlantılı sosyal riskler karşısında güvence altına alınması kurumsal bir norm haline gelmiştir. Bu çerçevede işverenin yalnızca üretimden değil, işçinin sağlığı ve güvenliğinden de sorumlu olması gerektiği yönündeki anlayış, iş hukukunun ve sosyal politikanın temel yapı taşlarından biri olarak kurumsallaşmıştır (Flora & Alber, 1981). Zorunlu sağlık sigortası, bu yönüyle işçi-işveren ilişkilerini yeniden tanımlamış ve sosyal haklarla üretkenlik arasında denge kuran bir yapı olarak evrilmiştir.

Zorunlu sağlık sigortasının tarihsel evrimi, yalnızca refah devleti inşasına katkı sunmakla kalmamış; aynı zamanda sınıf temelli çatışmaların yumuşatılması, iş barışının sağlanması, yan hakların kurumsallaşması ve sosyal dayanışmanın güçlendirilmesi gibi çok katmanlı sosyo-politik işlevler üstlenmiştir (Marshall, 1950/1992; Gough, 1979). Bu kapsamda sağlık sigortası sistemleri, barınma, giyim ve taşınma yardımı gibi tamamlayıcı sosyal yardımların entegrasyonuna da zemin hazırlamıştır.

Günümüzde zorunlu sağlık sigortası uygulamaları, refah rejimlerine göre önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Örneğin, ABD gibi liberal piyasa rejimlerinde sağlık hizmetleri bireysel sorumluluğa dayalı sunulurken; Türkiye gibi karma model izleyen ülkelerde, sağlık güvencesi kamu eliyle ve zorunlu olarak organize edilmektedir (Palier, 2010). Bu farklılaşma, yalnızca sağlık hizmetlerine erişimi değil, aynı zamanda iş sağlığı, sosyal koruma kapsamı ve çalışan refahı gibi temel göstergeleri de etkilemektedir.

Bu çalışma, zorunlu sağlık sigortasını yalnızca tarihsel bir reform süreci olarak değil; iş gücünün düzenlenmesi, korunması ve üretimin sürdürülebilirliği açısından temel bir sosyal güvenlik kurumu olarak incelemektedir. 19. yüzyıldan günümüze bu sistemin dönüşümü, iş hukuku, iş sağlığı ve güvenliği, sosyal politika ve refah devleti paradigması bağlamında çok boyutlu olarak değerlendirilecektir.

### **Bismarck Modelinin Doğuşu: Sosyal Sigorta ile İş Gücünü Koruma Arayışı**

19.yüzyılın son çeyreğinde Avrupa’da hızla sanayileşen toplumlarda iş gücü talepleri artarken, kentleşme, yoksulluk ve iş kazaları gibi sosyal riskler de belirginleşmiştir. Bu bağlamda Almanya, dönemin en dikkat çekici sosyal politika hamlesini gerçekleştirmiştir. Şansölye Otto von Bismarck liderliğindeki hükümet, yükselen işçi hareketlerine ve sosyalist taleplere karşı sosyal barışı sağlamak ve iş gücünü sistem içinde tutmak amacıyla 1880’li yıllarda dünyanın ilk zorunlu sosyal sigorta sistemini hayata geçirmiştir (Hennock, 2007; Baldwin, 1990).

1883 tarihli **Hastalık Sigortası Yasası**, yalnızca işçilerin sağlık hizmetlerine erişimini sağlamakla kalmamış; işverenlerin ve devletin sisteme mali katkı sunmasını zorunlu hale getirerek üçlü finansman modelini başlatmıştır. Bu model, 1884’te yürürlüğe giren **İş Kazası Sigortası Yasası** ve 1889’daki **Yaşlılık ve Malullük Sigortası Yasası** ile tamamlanmış; böylece temel sosyal riskler ilk kez kurumsal düzeyde güvence altına alınmıştır (Flora & Alber, 1981).

Bismarck sistemi, sosyal sigorta anlayışının kurucu modeli olarak yalnızca sağlık alanında değil; çalışma hayatının düzenlenmesinde, iş gücünün korunmasında ve devletin sosyal sorumluluklarının tanımlanmasında da belirleyici rol oynamıştır. Devlet, bu sistemle birlikte “sosyal vatandaşlık” anlayışına geçişin öncüsü olmuş; işverenin yalnızca üretim süreci değil, çalışanın fiziksel ve sosyal güvenliği açısından da sorumluluğu olduğu ilkesi kurumsallaşmıştır (Esping-Andersen, 1990).

Bu model kısa süre içerisinde Avusturya, Belçika, Fransa ve İtalya gibi ülkelerde uyarlanmış; ancak uygulama biçimleri, ülkelerin siyasal rejimlerine, sınıfsal yapılarına ve sosyal çatışma düzeylerine göre farklılaşmıştır (Palier, 2010). Öte yandan İngiltere, zorunlu sosyal sigortayı daha geç benimsemiş; 1911 tarihli **Ulusal Sigorta Yasası**, yalnızca sınırlı kapsamda sağlık ve işsizlik yardımını düzenlemiş, kapsamlı sosyal güvenlik sistemi ise II. Dünya Savaşı sonrası **Beveridge Raporu** (1942) ile şekillenmiş ve 1948’te kurulan **Ulusal Sağlık Sistemi (NHS)** ile kurumsallaşmıştır (Timmins, 2001).

20.yüzyılda yaşanan iki büyük dünya savaşı, zorunlu sağlık sigortası sistemlerinin yaygınlaşmasında önemli bir katalizör işlevi görmüştür. Özellikle savaş dönemlerinde iş gücünün sağlıklı ve güvenli bir biçimde sürdürülmesi, ulusal güvenliğin bir parçası haline gelmiştir. Kadınların kitlesel biçimde iş gücüne katılması ve bu süreçte ortaya çıkan sağlık riskleri, iş sağlığı ve güvenliği politikalarının evriminde belirleyici olmuştur (Lewis, 1992).

Bu tarihsel bağlamda Bismarck modeli, yalnızca sağlık hizmetlerinin finansmanını düzenleyen bir araç değil; aynı zamanda siyasal istikrarın tesisi, sınıf çatışmalarının yönetimi ve refah devletinin inşası açısından stratejik bir sosyal koruma sistemi olarak değerlendirilmelidir.

## **Türkiye’de Zorunlu Sağlık Sigortasının Gelişimi: Osmanlı’dan Cumhuriyet’e Sosyal Korumanın Kurumsallaşması**

Türkiye’de zorunlu sağlık sigortasının tarihsel kökleri, sanayileşmenin sınırlı olduğu geç Osmanlı döneminde, özellikle maden işçilerinin korunmasına yönelik düzenlemelere kadar uzanır. 1865 tarihli **Dilaver Paşa Nizamnamesi**, Zonguldak bölgesinde faaliyet gösteren taş kömürü madenlerinde çalışan işçilerin çalışma koşullarını ve iş kazaları karşısındaki sorumlulukları düzenleyen ilk hukuki belgedir. Bu nizamname, işverenin işçilerin sağlığına yönelik sorumluluğunu tanımlayan ilk metinlerden biri olarak sosyal sigortacılığın öncülü sayılabilir (Ersöz, 1991).

Cumhuriyet’in ilanı ile birlikte sağlık hizmetleri ve sosyal koruma politikaları devletin kurumsal yapısına entegre edilmeye başlanmıştır. Özellikle 1920’li yıllarda, halk sağlığına öncelik verilerek koruyucu sağlık hizmetlerinin yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. 1927 tarihli **Umumi Hıfzıssıhha Kanunu**, bulaşıcı hastalıklarla mücadele, aşılama ve temel sağlık hizmetlerinin örgütlenmesi gibi kamu sağlığı alanında kurumsal bir çerçeve oluşturmuştur (Sağlık Bakanlığı, 2009).

Sosyal güvenliğin çalışma yaşamı bağlamında ilk kapsamlı düzenlemesi ise 1936 tarihli **3008 sayılı İş Kanunu** ile yapılmıştır. Bu yasa ile işçi sağlığı, iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı koruyucu hükümler yasal zemine oturtulmuş; ancak bu dönemde sağlık güvencesi henüz prim esaslı bir sistem yerine, tazminata dayalı bir mekanizma olarak işlemektedir. Sosyal sigorta sisteminin kurumsal yapıya kavuşması, II. Dünya Savaşı sonrası dönemde gerçekleşmiştir.

1945 yılında çıkarılan **4772 sayılı İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları Sigortası Kanunu**, Türkiye’de iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı ilk prim esaslı sosyal güvenlik uygulamasıdır. Bu gelişmeyi 1965’te yürürlüğe giren **506 sayılı Sosyal Sigortalar Kanunu** izlemiştir; böylece hastalık, analık, malullük, yaşlılık ve ölüm gibi sosyal riskleri kapsayan bütüncül bir sigorta sistemi kurulmuştur. Aynı dönemde kurulan **SSK Hastaneleri ve Sağlık Ocakları**, kamu eliyle sunulan sağlık hizmetlerinin altyapısını oluşturmuştur (Koç, 2010).

2000’li yıllarda sağlık alanında gerçekleştirilen reformlar kapsamında en köklü dönüşüm, 2006 yılında **Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK)** çatısı altında birleştirilen kurumsal yapıdır. Bunu takip eden 2008 tarihli **5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu**, Türkiye’de sağlık güvencesinin kapsamını tüm nüfusu içerecek biçimde genişletmiştir. Bu düzenleme ile **Genel Sağlık Sigortası (GSS)** uygulamasına geçilmiş; yalnızca çalışanlar değil, gelir testiyle belirlenen şekilde çalışmayan bireyler de sosyal güvenlik kapsamına alınmıştır (Tatar et al., 2011).

Bu reform süreci, Türkiye’nin sosyal devlet anlayışının pekiştirilmesini sağlamış; bireyin sağlık hakkına erişimi anayasal ve kurumsal düzeyde güvence altına alınmıştır. Bununla birlikte sistemin uygulanmasında karşılaşılan sorunlar (örneğin kayıt dışı istihdam, hizmet kalitesindeki eşitsizlikler ve mali sürdürülebilirlik riski) sosyal güvenlik yapısının etkinliğini sınırlandıran faktörler olmaya devam etmektedir.

Bu çerçevede Türkiye’nin zorunlu sağlık sigortası deneyimi, hem tarihsel süreklilik hem de kurumsal dönüşüm açısından sosyal politikanın evrimine ışık tutan önemli bir örnek teşkil etmektedir.

## **Zorunlu Sağlık Sigortasının Kurumsallaşması ve Etkinliği: Sosyal Koruma ve İş Sağlığı Boyutlarıyla Bir Değerlendirme**

Zorunlu sağlık sigortası sistemleri, bireylerin hastalık riskine karşı korunmasını sağlamakla birlikte, iş gücünün sürekliliğini garanti altına alarak toplumsal üretkenliği destekleyen bir sosyal koruma aracı işlevi görmektedir. Ancak bu yapının etkinliği, yalnızca yasal ve kurumsal varlığı ile değil; sistemin kapsayıcılığı, hizmetlerin erişilebilirliği, iş sağlığı politikalarıyla entegrasyonu ve mali sürdürülebilirliği gibi çok boyutlu kriterlerle değerlendirildiğinde anlam kazanmaktadır.

## 1. Kapsayıcılık Sorunu ve Kayıt Dışı İstihdamın Etkisi

Türkiye’de zorunlu sağlık sigortası sistemi prim esaslı bir yapıya sahiptir. Bu durum, sigorta kapsamının genişliğini doğrudan kayıtlı istihdamın düzeyiyle ilişkilendirmektedir. Ancak **Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)** verilerine göre 2023 yılı itibarıyla kayıt dışı istihdam oranı hâlen %30’un üzerindedir. Özellikle kadınlar, gençler, mevsimlik tarım işçileri ve göçmen işçiler gibi güvencesiz gruplar sosyal güvenlik sistemi dışında kalmaktadır. Bu gruplar sağlık hizmetlerine ancak sosyal yardımlar ya da acil durum müdahaleleri aracılığıyla ulaşabilmektedir (TÜİK, 2023; Koç, 2010).

Bu durum, sosyal sigortanın temel ilkelerinden biri olan evrensellik ilkesini zayıflatmakta, sistemin sosyal adalet hedefini gerçekleştirmesini engellemektedir. Sağlık güvencesinin bir hak değil, bir ayrıcalık olarak algılandığı kesimlerde ise sosyal aidiyet duygusu aşınmakta, sistemin meşruiyeti sorgulanmaktadır.

## 2. Bölgesel Eşitsizlikler ve Hizmet Erişimi

Zorunlu sağlık sigortası kapsamında sunulan hizmetlerin yasal olarak ülke genelinde eşit olması öngörülse de, pratikte sağlık hizmetlerine erişimde önemli bölgesel farklılıklar gözlenmektedir. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri’nde uzman hekim yetersizliği, altyapı eksiklikleri ve personel sirkülasyonu gibi sorunlar, hizmetin sürekliliğini ve kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bu durum, anayasal eşitlik ilkesi ile fiili uygulama arasındaki çelişkiye işaret etmektedir.

Büyük şehirlerde ise sağlık kurumlarına artan talep, **Merkezi Hekim Randevu Sistemi (MHRS)** üzerinden randevu alma zorlukları, uzun bekleme süreleri ve sağlık çalışanlarının iş yükü gibi yapısal sorunlarla kendini göstermektedir (Sağlık Bakanlığı, 2021).

## 3. İş Sağlığı Politikalarıyla Entegrasyon Eksikliği

Zorunlu sağlık sigortası sisteminde iş kazaları ve meslek hastalıkları, “kısa vadeli sigorta kolları” kapsamında değerlendirilmektedir. Ancak bu yapı, büyük ölçüde zararların tazmini ekseninde işlemekte olup, önleyici sağlık hizmetleri ile yeterince bütünleşmemiştir. İşyeri hekimliği uygulamalarının yetersizliği, düzenli sağlık taramalarının eksikliği ve riskli sektörlerde koruyucu hizmetlerin sınırlılığı, sağlık sigortası sisteminin “proaktif” işlevini zayıflatmaktadır (Kaya & Koç, 2015; Ertürk, 2021).

İş sağlığı politikalarının sosyal sigorta sistemiyle entegre olmaması, yalnızca bireysel sağlık risklerini artırmakla kalmaz; aynı zamanda kamu kaynaklarının etkin kullanımını da sekteye uğratır.

## 4. Finansal Sürdürülebilirlik ve Sağlık Harcamaları

Zorunlu sağlık sigortası sistemlerinin uzun vadeli sürdürülebilirliği, finansal dengeye bağlıdır. Türkiye’de sağlık harcamalarının önemli bir bölümü SGK tarafından karşılanmaktadır. Ancak yaşlanan nüfus, kronik hastalıkların artışı ve tıbbi teknolojinin maliyeti gibi etkenler, sağlık harcamalarını hızla artırmaktadır. **SGK’nın açık veren yapısı**, sistemin sürdürülebilirliğini tehdit etmekte; bu da prim artışları, katkı paylarının yükseltilmesi ya da hizmet kısıtlamaları gibi sonuçlara yol açabilmektedir (Tatar et al., 2011).

Bu bağlamda sağlık sigortası sisteminin yalnızca sosyal adalet ilkesi doğrultusunda değil; aynı zamanda kaynak etkinliği ve mali denge ilkeleriyle de uyumlu bir biçimde yeniden yapılandırılması gerekmektedir.

## **Zorunlu Sağlık Sigortasının İş Sağlığı ve Güvenliği Politikalarıyla Etkileşimi**

Zorunlu sağlık sigortası sistemi, yalnızca bireyin hastalık riskine karşı korunmasını sağlayan bir finansman mekanizması değil; aynı zamanda iş kazalarını önlemeyi ve çalışan sağlığını korumayı hedefleyen daha geniş kapsamlı bir sosyal politika aracıdır. Bu bağlamda iş sağlığı ve güvenliği (İSG) politikaları ile zorunlu sağlık sigortası uygulamaları arasında karşılıklı etkileşim, sistemin hem koruyucu hem de önleyici işlevlerini güçlendiren temel bir yapısal ilişkiyi ortaya koymaktadır (Ertürk, 2021).

### **1. Koruyucu Yaklaşımın Temel Unsurları**

Zorunlu sağlık sigortası kapsamında yer alan iş kazaları ve meslek hastalıkları, kısa vadeli sigorta kolları içinde değerlendirilmekte ve tedavi hizmetleri, geçici iş göremezlik ödeneği, maluliyet geliri gibi destek mekanizmalarıyla düzenlenmektedir (SGK, 2023). Ancak bu yapı, büyük ölçüde **zararın tazminine** odaklıdır ve önleyici sağlık politikalarıyla entegrasyonu sınırlıdır.

Oysa iş yerlerinde düzenli sağlık taramalarının yapılması, ergonomik düzenlemelerin hayata geçirilmesi, işyeri hekimi sisteminin etkin şekilde işletilmesi gibi önlemler, zorunlu sağlık sigortasının **proaktif** bir sosyal güvenlik aracı haline gelmesini sağlar (Kaya & Koç, 2015). Bu tür koruyucu yaklaşımlar yalnızca bireysel sağlık risklerini azaltmakla kalmaz; aynı zamanda toplumsal sağlık göstergelerini iyileştirir ve sağlık sisteminin mali yükünü hafifletir.

### **2. İşverenin Rolü: Sorumluluk ve Teşvik Dengesi**

Zorunlu sağlık sigortası sistemi, işverenin mali katkısı ile finanse edildiğinden, işverenin iş sağlığı ve güvenliği konusundaki sorumluluğu yalnızca hukuki değil, ekonomik bir yükümlülüğe de dönüşmektedir. Riskli sektörlerde iş kazası oranları arttıkça prim oranlarının yükselmesi, işverenleri İSG yatırımları yapmaya yönlendiren önemli bir teşvik mekanizmasıdır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2020).

İSG alanına yapılan yatırımlar; üretkenliğin artması, iş gücü devrinin azalması, kurumsal itibarın güçlenmesi ve iş barışının tesisi gibi çok yönlü faydalar sunmaktadır. Bu nedenle işverenin sosyal sigorta sistemine katkısı, salt mali bir yükümlülük olarak değil, aynı zamanda stratejik bir yönetim aracı olarak ele alınmalıdır.

### **3. İSG Politikalarının Sigorta Sistemine Katkısı**

Etkin bir iş sağlığı ve güvenliği politikası, yalnızca çalışanları korumakla kalmaz; sosyal sigorta sisteminin sürdürülebilirliğine de katkı sağlar. Türkiye’de 2012 yılında yürürlüğe giren **6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu**, işverenlerin iş yeri hekimi, iş güvenliği uzmanı ve diğer sağlık personeli çalıştırmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu düzenleme, sağlık sigortası sisteminin koruyucu işlevleriyle doğrudan bağlantılıdır (Koç & Ceylan, 2017).

İSG önlemleriyle azaltılan iş kazaları ve meslek hastalıkları, sağlık hizmeti talebini ve sigorta tazminatlarını düşürmekte; böylece sistemin mali sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır. Dolayısıyla İSG uygulamaları, sosyal sigorta sisteminin uzun vadeli verimliliği ve istikrarı açısından kritik bir bileşendir.

### **4. Pandemi Sonrası Yeni Dinamikler**

COVID-19 pandemisi, iş sağlığı ve güvenliği politikalarının yalnızca fiziksel riskleri değil, biyolojik ve psikososyal riskleri de kapsaması gerektiğini ortaya koymuştur. Salgın sürecinde bulaşıcı hastalıkların meslek hastalığı olarak tanınması, özellikle sağlık çalışanları açısından sosyal sigorta sistemlerinin kapsamını yeniden tartışmaya açmıştır (WHO, 2020).

Pandemi ayrıca, çalışan sağlığının toplumsal sağlıkla ne kadar iç içe olduğunu göstermiş; iş yerlerinde hijyen, uzaktan çalışma düzenlemeleri, esnek çalışma saatleri gibi konular, sosyal güvenlik sistemlerinin



yeni ihtiyaçlara göre yeniden yapılandırılması gerektiğini ortaya koymuştur. Bu süreç, İSG politikalarının zorunlu sağlık sigortası sistemine **çok daha güçlü şekilde entegre edilmesini** zorunlu kılmaktadır.

## **Zorunlu Sağlık Sigortasının Geleceği: Dijitalleşme, Göç ve Sosyal Devletin Dönüşümü**

Zorunlu sağlık sigortası sistemlerinin geleceği, yalnızca ulusal düzeydeki mevzuat değişikliklerine değil, aynı zamanda küresel dönüşümlere, teknolojik gelişmelere ve demografik hareketliliğe bağlı olarak yeniden şekillenmektedir. Özellikle dijitalleşme, göç hareketleri ve refah devletinin evrimi gibi temel dinamikler, sosyal sigorta sistemlerinin kapsamını, işlevlerini ve kurumsal sınırlarını yeniden tanımlamaktadır.

### **1. Dijitalleşmenin Dönüştürücü Etkisi**

Dijital teknolojilerin sağlık hizmetlerine entegrasyonu, hem hizmet sunumunda etkinliği artırmakta hem de sağlık sistemlerinin daha sürdürülebilir hale gelmesini sağlamaktadır. Elektronik sağlık kayıtları, uzaktan muayene sistemleri, yapay zekâ destekli tanı araçları gibi dijital uygulamalar, hasta-hekim etkileşimini kolaylaştırmakta ve sağlık hizmetlerinin daha hızlı, düşük maliyetli ve erişilebilir biçimde sunulmasını mümkün kılmaktadır (OECD, 2021).

Ancak dijital sağlık çözümleri, beraberinde yeni eşitsizlik biçimlerini de getirmektedir. Özellikle kırsal bölgelerde yaşayanlar, yaşlı bireyler ve dijital okuryazarlık düzeyi düşük olanlar için dijitalleşme, bir erişim kolaylığı değil, bir dışlanma riskine dönüşebilmektedir. Bu nedenle zorunlu sağlık sigortası sistemlerinin dijitalleşme süreci, **dijital adalet** ve kapsayıcılık ilkeleri gözetilerek tasarlanmalıdır.

### **2. Göç Hareketleri ve Sosyal Güvenliğin Kapsayıcılığı**

Küresel ölçekte artan zorunlu ve gönüllü göç hareketleri, sağlık hizmetlerine erişim konusunda yeni kırılma alanları yaratmaktadır. Uluslararası göçle gelen bireylerin sağlık hizmetlerinden yararlanması, genellikle vatandaşlık durumu ve kayıtlı istihdamla sınırlı olduğundan, bu grupların önemli bir kısmı zorunlu sağlık sigortası sisteminin dışında kalmaktadır (ILO, 2021).

Göçmenlerin sosyal güvenlik sistemlerine entegre edilememesi, yalnızca bireysel sağlık haklarını ihlal etmekle kalmaz; aynı zamanda kamu sağlığı açısından ciddi riskler oluşturur. Bu nedenle geleceğin sosyal sigorta sistemlerinin, göçmen ve mülteci nüfusları da kapsayacak esneklik ve evrensellik ilkeleriyle yeniden yapılandırılması gerekmektedir.

### **3. Refah Devletinin Dönüşümü ve Hak Temelli Yaklaşım**

21.yüzyılın refah devleti anlayışı, yalnızca pasif sosyal yardımlar sunan bir modelden; birey merkezli, hak temelli, katılımcı ve bütüncül sosyal politikalara dayanan dinamik bir yapıya dönüşmektedir (Esping-Andersen, 1999). Bu dönüşüm, zorunlu sağlık sigortasının da yalnızca finansal bir sistem olarak değil; bireyin sağlık hakkını güvence altına alan, sosyal katılımı artıran ve toplumsal eşitliği teşvik eden bir yapıya evrilmesini zorunlu kılmaktadır.

Bireylerin yalnızca hastalandıktan sonra değil, sağlıklı kalabilmesi için gerekli tüm sosyal koşullara erişimini sağlamak; sağlık sigortasının **koruyucu ve önleyici işlevlerini** güçlendirmek anlamına gelmektedir. Bu bağlamda sosyal güvenlik sistemleri, artık salt sigorta yapıları değil; sağlık, istihdam, eğitim ve barınma gibi alanlarla bütünleşik çalışan **sosyal refah ekosistemlerine** dönüşmelidir.

### **4. Yeni Nesil Riskler Karşısında Dirençli Sistem Tasarımı**

Pandemi, iklim değişikliği, dijital gözetim, veri güvenliği, zihinsel sağlık krizi gibi yeni nesil sosyal riskler, zorunlu sağlık sigortası sistemlerini daha esnek, dirençli ve çok boyutlu bir yapıya dönüştürmeyi gerekli kılmaktadır. Bu tür risklere karşı hazırlıklı bir sosyal sigorta sistemi, yalnızca geçmişin mirasına yaslanan değil; geleceğin belirsizliklerine karşı **uyarlanabilir** politika ve mekanizmalar geliştirebilen bir yapıda olmalıdır.



Bu bağlamda, zorunlu sağlık sigortasının geleceği; dijital dönüşüm, göçmen sağlığı, sosyal dışlanmayla mücadele ve hak temelli sosyal politikalar ekseninde yeniden kurgulanmalıdır.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Zorunlu sağlık sigortası, yalnızca bir sağlık finansmanı aracı olmanın ötesinde, sosyal bütünlüğü koruyan, iş gücünü güvence altına alan ve refah devletinin kurumsal temellerini şekillendiren çok boyutlu bir sosyal politika mekanizmasıdır. Bu çalışma, zorunlu sağlık sigortasını tarihsel gelişimi, sosyal koruma işlevi, iş sağlığı ve güvenliği politikalarıyla etkileşimi ve geleceğe ilişkin dönüşüm dinamikleri çerçevesinde bütüncül olarak ele almıştır.

Almanya’da Otto von Bismarck’ın öncülüğünde geliştirilen ilk zorunlu sosyal sigorta modeli, iş kazaları ve yaşlılık gibi temel sosyal riskleri sistematik biçimde güvence altına alarak modern sosyal güvenlik sistemlerinin temelini atmıştır. Bu model, yalnızca birey-devlet ilişkisini değil; işçi-işveren dengelerini, üretim süreçlerini ve sınıf temelli çatışmaları da dönüştürmüştür. İngiltere’nin Beveridge modeliyle farklılaşan sosyal güvenlik yaklaşımları, dünya genelinde refah rejimlerine göre değişen zorunlu sağlık sigortası sistemlerinin çeşitliliğini doğurmuştur.

Türkiye’de ise zorunlu sağlık sigortasının gelişimi, Osmanlı’daki erken dönem düzenlemelerden başlayarak Cumhuriyet dönemiyle birlikte kurumsallaşmış; 1945’te başlayan sosyal sigorta uygulamaları, 2008 yılında Genel Sağlık Sigortası’nın yürürlüğe girmesiyle evrensel kapsayıcılığa ulaşmıştır. Ancak bu kurumsal başarı, kayıt dışı istihdam, bölgesel eşitsizlikler, hizmet kalitesindeki dengesizlikler ve koruyucu sağlık politikalarının yetersizliği gibi yapısal sorunlarla karşı karşıyadır.

Zorunlu sağlık sigortasının iş sağlığı ve güvenliği politikalarıyla entegrasyonu, sistemin yalnızca tedavi edici değil, önleyici işlevlerini de güçlendirmesi açısından hayati önemdedir. İşverenin sorumluluğu, kamusal denetim mekanizmaları ve teşvik sistemleri bu entegrasyonun başarısı için kritik rol oynamaktadır. Pandemi deneyimi, sağlık sigortası sistemlerinin yalnızca fiziksel değil, biyolojik ve psikososyal risklerle de baş edebilecek esneklikte olması gerektiğini ortaya koymuştur.

Gelecekte zorunlu sağlık sigortası sistemlerinin sürdürülebilirliği, üç temel boyut üzerinden değerlendirilecektir:

1. **Dijitalleşme ve teknoloji entegrasyonu:** Sağlık hizmetlerinde verimliliği artırmakla birlikte dijital eşitsizlikleri de gözetilen adil sistem tasarımlarını zorunlu kılmaktadır.
2. **Göç ve toplumsal kapsayıcılık:** Göçmenler ve güvencesiz grupların sosyal güvenlik sistemlerine entegre edilmesi, kamu sağlığı açısından stratejik bir öncelik haline gelmiştir.
3. **Refah devletinin yeniden tanımı:** Katılımcı, hak temelli ve bütüncül sosyal politika anlayışı doğrultusunda zorunlu sağlık sigortası sistemleri, sosyal dayanışma ilkesini güçlendirmelidir.

Zorunlu sağlık sigortası, geçmişin bir mirası olduğu kadar, geleceğin sosyal risklerine karşı da dayanıklı ve kapsayıcı politikaların merkezinde yer alan bir kamu sorumluluğudur. Bu sistemi güçlendirmek, yalnızca devletin değil; akademinin, sivil toplumun, iş dünyasının ve yurttaşların ortak çabasıyla mümkündür.

## KAYNAKÇA

Baldwin, P. (1990). The politics of social solidarity: Class bases of the European welfare state 1875–1975. Cambridge University Press.

Beveridge, W. (1942). Social insurance and allied services (Beveridge Report). His Majesty’s Stationery Office.



Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2020). İş sağlığı ve güvenliği istatistikleri 2020. <https://www.csgeb.gov.tr/>

Ersöz, F. (1991). İş sağlığı ve güvenliği mevzuatının tarihi gelişimi. Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Yayınları.

Ertürk, Y. (2021). İş sağlığı ve güvenliği politikalarının sosyal güvenlik sistemiyle etkileşimi. Çalışma ve Toplum, 70(4), 1157–1184.

Esping-Andersen, G. (1990). The three worlds of welfare capitalism. Princeton University Press.

Esping-Andersen, G. (1999). Social foundations of postindustrial economies. Oxford University Press.

Flora, P., & Alber, J. (1981). Modernization, democratization, and the development of welfare states in Western Europe. In P. Flora & A. J. Heidenheimer (Eds.), The development of welfare states in Europe and America (pp. 37–80). Transaction Books.

Gough, I. (1979). The political economy of the welfare state. Macmillan.

Henlock, E. P. (2007). The origin of the welfare state in England and Germany, 1850–1914: Social policies compared. Cambridge University Press.

International Labour Organization [ILO]. (2021). Social protection for migrant workers: A rights-based approach. <https://www.ilo.org>

Kaya, A., & Koç, H. (2015). İş sağlığı hizmetlerinin sosyal güvenlik sistemiyle entegrasyonu: Türkiye örneği. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 18(2), 235–260.

Koç, H. (2010). Türkiye’de sosyal güvenlik reformu ve sağlık sistemine etkileri. Sosyal Güvenlik Dergisi, 1(1), 25–45.

Koç, H., & Ceylan, H. (2017). İş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin maliyet etkinliği: Sosyal güvenlik sistemine etkiler. Çalışma ve Toplum, 52(2), 643–662.

Lewis, J. (1992). Gender and the development of welfare regimes. Journal of European Social Policy, 2(3), 159–173.

Marshall, T. H. (1992). Citizenship and social class. (Originally published 1950). Pluto Press.

OECD. (2021). Health at a glance 2021: OECD indicators. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/4dd50c09-en>

Palier, B. (2010). A long goodbye to Bismarck? The politics of welfare reform in continental Europe. Amsterdam University Press.

Sağlık Bakanlığı. (2009). Türkiye sağlıkta dönüşüm programı değerlendirme raporu (2003–2008). T.C. Sağlık Bakanlığı Yayınları.

Sağlık Bakanlığı. (2021). MHRS istatistik raporu. <https://mhers.gov.tr>



Sosyal Güvenlik Kurumu [SGK]. (2023). Kısa vadeli sigorta kolları istatistikleri. <https://www.sgk.gov.tr>

Tatar, M., Mollahalilođlu, S., Şahin, B., Aydın, S., Maresso, A., & Hernández-Quevedo, C. (2011). Turkey: Health system review. *Health Systems in Transition*, 13(6), 1–186.

Timmins, N. (2001). *The five giants: A biography of the welfare state* (2nd ed.). HarperCollins.

Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK]. (2023). İşgücü istatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr>

World Health Organization [WHO]. (2020). Health workforce policy and management in the context of the COVID-19 pandemic response. <https://www.who.int>

## **Çukurova'dan Orta Asya'ya Cemileler: Kültür-Edebiyat Coğrafyası Bağlamında Toplumda Kadın**

**İlyas TUĞ**

ilyastug@nevsehir.edu.tr; Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya,  
Bölümü, Nevşehir / Türkiye.

### **Özet**

Edebiyat ve coğrafyayı yakınlaştıran sebeplerin başında, yeryüzündeki fiziki ve beşeri unsurların oluşturduğu doğal ve yapay mekânlar gelmektedir. Bu bağlamda insan ve çevrenin ahengi her iki disiplininde temel besin kaynağını oluşturmaktadır. İnsan, dil becerisi sayesinde içerisinde bulunduğu kültürü yazılı ya da sözlü olarak kuşaklar arasına aktarmayı başarmış bir canlıdır. Özellikle Türk kültürünü ele aldığımız zaman dünyanın birçok yerine dağılım göstermiş köklü bir gelenek ve görenekler zinciri karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada iki önemli ismin eserleri kültürel anlamda coğrafi okuma ile ele alınacaktır. Cengiz Aytmatov Kırgız Kültürünü dünyaya tanıtmayı başarmış önemli bir yazardır. Orhan Kemal ise Sabahattin Ali'den sonra Anadolu'da toplumsal gerçekçiliği yansıtan yazarların başında gelmektedir. Burada iki farklı coğrafyada yetişen ve iki farklı kültürü temsil eden Cemile isimli iki eserde çevresel determinizm etkisinin karakterlere nasıl yansıdığı, coğrafi merkezli okuma yapılarak kültürel coğrafya bağlamında izleri aranacaktır. Orhan Kemal'in Cemile isimli eseri 1952 yılında yayımlanmıştır. Cengiz Aytmatov'un aynı isimli eseri Cemile ise 1958 yılında yayımlanmıştır. Bu hikâyeler okunduğunda tam olarak birbirlerinden etkilendiklerini söylemek oldukça güçtür. Bu iki eserinde başkarakterleri olan Cemilelerin birtakım ortak noktaları bulunmaktadır. Bunların başında; güçlü, kuvvetli, sağlam, çalışkan, kararlı, sert tabiatlı ve erkek mizaçlı olmaları gelmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Edebiyat coğrafyası, Kültür, Orhan Kemal, Cengiz Aytmatov, Cemile.

### **Abstract**

The primary reason that brings literature and geography closer is the natural and artificial spaces created by physical and human elements on Earth. In this context, the harmony between humans and their environment constitutes the fundamental source of nourishment for both disciplines. Humans are creatures that, thanks to their linguistic abilities, have succeeded in transmitting their culture between generations, both verbally and in writing. When we consider Turkish culture in particular, we encounter a deep-rooted chain of traditions and customs that has spread throughout the world. This study will examine the works of two important figures from a culturally geographical perspective. Cengiz Aytmatov is an important writer who has managed to introduce Kyrgyz culture to the world. Orhan Kemal is one of the leading writers who reflect social realism in Anatolia after Sabahattin Ali. Here, how the effect of environmental determinism is reflected on the characters in two works named Cemile, who grew up in two different geographies and represent two different cultures, will be searched for in the context of cultural geography by making a geographically centric

reading. Orhan Kemal's work named Cemile was published in 1952. Cengiz Aytmatov's work named Cemile was published in 1958. When these stories are read, it is quite difficult to say that they are exactly influenced by each other. The main characters of these two works, Cemiles, have some common points. The first of these is that they are strong, powerful, solid, hard-working, determined, tough-natured and have a masculine temperament.

**Keywords:** Literary geography, Culture, Orhan Kemal, Cengiz Aytmatov, Cemile.

## GİRİŞ

Edebiyat ve coğrafya, insanın yaşadığı dünyayı keşfetme çabasında farklı yöntemler kullanan farklı disiplinler gibi görünse de, insan yaşamını merkezine alan bu iki alan arasında derin bir ilişki bulunmaktadır. Sheile HONES'e göre; "21. yüzyılın başlangıcından önce edebi coğrafyanın ne olduğu ve neyle uğraştığı sorusu, büyük ölçüde edebi coğrafyayı beşeri coğrafyanın bir alt alanı olarak kabul eden coğrafyacıları ilgilendiren bir meseleydi. 1970'li yılların ortalarından önce edebiyatla ilgili coğrafi çalışmalar ('edebiyatta peyzaj' ya da 'coğrafya ve edebiyat' gibi) çeşitli şekillerde adlandırılıyordu, fakat Ramesh Dhussa'nın önce 1976'daki yüksek lisans tezinde, daha sonra da 1981'de Journal of Cultural Geography'de yayımlanan 'Edebi Coğrafya: Bir Kaynakça' adlı etkili çalışmasında bu terimi ortaya koymasından sonra alanın adı 'edebi coğrafya' olarak belirginleşti"(Hones, 2025: 12). Bu kapsamda coğrafyacının işi edebiyatın içerisindeki coğrafya, yani edebiyatçının üretilen ortaya koyduğu eserin içerisinde bulunan coğrafyayı ortaya çıkartmaktır. Coğrafya, insanın fiziksel çevresiyle ilişkisini incelerken; edebiyat, bu çevrenin bireysel ve toplumsal düzeyde nasıl algılandığını, yorumlandığını ve yeniden üretildiğini sanatsal bir dille ifade eder. Bu bağlamda mekânın yalnızca fiziksel bir yer değil, aynı zamanda kültürel ve simgesel bir alan olarak işlenmesi, edebiyat ve coğrafya arasındaki ilişkinin temel dayanaklarından biridir(Tuan, 1977).

Bir edebi eser bireylerin ve toplumların hayal gücü, duygu dünyası ve yaşam biçimleri ile oluşur; coğrafya ise insanın içinde yaşadığı fiziksel ve beşerî çevreyi inceler. Bütün bu gelişmeler ışığında, edebî eserlerde mekânın tasviri, coğrafi özelliklerin betimlenmesi ve insan-mekân ilişkisi sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Bu iki disiplin özellikle mekân temsilleri üzerinden birbirini tamamlayan alanlar olarak görülebilir. Edebiyat ve edebiyatın ürünü olan roman ise yalnızca estetik bir anlatım aracı olmakla kalmaz; aynı zamanda yazarların yaşadıkları çevreye dair bilgilerini ve tecrübelerini aktarmaya olanak sağlayarak coğrafi unsurların ortaya çıkmasına da katkı sağladıkları bir araç olarak da kullanılmaktadır. Özellikle roman türü, mekânın hem fiziksel hem de kültürel boyutlarını kapsamlı biçimde yansıttığı için edebî coğrafyanın en güçlü anlatı alanlarından biri olmaktadır. Romanlar yalnızca olayların geçtiği yerleri betimlemekle kalmaz; aynı zamanda bu yerlerin tarihsel, kültürel ve sosyolojik dokusunu da gözler önüne serer. Bu bağlamda, edebiyat ve coğrafya arasındaki ilişkinin anlaşılması, özellikle romanlardaki kültürel mekânların temsilleri üzerinden zihnimizde daha somut bir zemine oturmaktadır(Tuan, 1977).

Mekân olgusu edebî metinlerde sadece olayların gerçekleştiği sahne değil, karakterlerin ruh hâlini, toplumsal yapıları ve tarihsel bağlamı yansıtan çok katmanlı bir yapıda oluşmaktadır. Özellikle roman, hikâye ve şiir türlerinde, mekân betimlemeleri okuyucunun coğrafi algısını şekillendirirken; aynı

zamanda yaşanan çevrenin dini, ideolojik, kültürel ve psikolojik boyutlarını da görünür kılar (Doğan, 2014). Örneğin, Anadolu coğrafyasını konu alan edebî metinlerde, geniş bozkırlar, iklim koşulları ve kırsal yaşam tarzı yalnızca bir dekor işlevi görmez; aynı zamanda karakterlerin davranışları üzerinde de etkili olmaktadır.

Bachelard, mekânı bireysel tecrübelerin metinleştiği bir alan olarak değerlendirirken, ev, oda, bahçe gibi sıradan fiziksel yerlerin insan belleğinde ve edebî anlatıda nasıl derin anlamlar kazanabileceğine dikkat çeker. Bu anlayış, edebiyatın coğrafi mekânı dönüştürme ve öznel bir anlatı dünyasına taşıma gücünü ortaya koyma çabası gütmektedir(Bachelard, 2018). Benzer biçimde Cosgrove, mekânın yalnızca doğal bir oluşum olmadığını, aynı zamanda insanın sosyal bir varlık olarak içerisinde bulunduğu fiziksel mekânı yeniden biçimlendirdiğini savunur(Cosgrove, 1998). Yani coğrafi çevre, edebî metinlerde kültürel anlamlarla yüklü bir temsile dönüşmektedir.

Edebiyatın yeniden kurmaca gücü coğrafyaya yeni bir perspektif kazandırarak, mekânın fiziksel boyutunun ötesinde, duygusal ve toplumsal boyutlarını da ele almaktadır. Bu durum özellikle, göç edebiyatında ve kent edebiyatında açık biçimde görülür. Mekân; aidiyet, yabancılaşma ve kimlik gibi kavramlarla iç içe geçmiş bir anlatı ögesi haline gelir. Bu çerçevede edebiyatın mekânı yeniden kurduğunu ve bu kurgu aracılığıyla hem bireyin çevresiyle kurduğu bağları hem de toplumsal gerçeklikleri eleştirel bir süzgeçten geçirdiğini vurgulamakta fayda vardır.

Örnek olarak göç temalı romanlarda da kültürel mekân olgusu ön plandadır. Mekân, hem aidiyetin hem de kaybın sahnesi olur. Mekândan kopuş, aynı zamanda kimlikte bir çatlama da beraberinde getirir. Tuan, bu tür anlatılarda mekânın yalnızca fiziksel değil, deneyimlenen bir alan olduğunu vurgular(Tuan, 1977). Roman kahramanları için mekân, yaşanmışlıkların, belleğin ve kültürel sürekliliğin taşıyıcısı haline gelir. Dolayısıyla edebiyat, coğrafi çevrenin anlam haritasını çizen güçlü bir anlatı biçimi olarak işlev görmektedir.

Romanlar tarih boyunca bireyin toplumla ve çevresiyle kurduğu ilişkinin en ayrıntılı yansıtıldığı edebî türlerden biri olmuştur. Romanlarda, coğrafi mekân sadece bir arka plan unsuru (peyzaj, manzara ve doğa) değil; aynı zamanda anlatının kültürel bağlamını şekillendiren ve kendini yenileyen bir öge olmaktadır. Cosgrove'a göre, mekân, toplumsal ve ideolojik düşüncelerle biçimlendiğinden, romanlarda görülen coğrafi unsurlar aynı zamanda kültürel değerlerin, yaşam biçimlerinin ve tarihsel süreçlerin bir yansıması olarak karşımıza çıkmaktadır(Cosgrove, 1998). Örneğin Yaşar Kemal'in İnce Memed romanında, Çukurova Bölgesi yalnızca bir doğa parçası olarak değil, ağalık rejimini, yoksulluğu ve direnmenin mekânı olarak karşımıza çıkar. Burada ova, dağ, orman ve botanik gibi betimlenen fiziksel unsurlar, aynı zamanda sosyal sınıf arasındaki mücadeleyi ve bireyin özgürlük arzusunu ortaya çıkarmayı hedeflemektedir. Bu anlamda, mekân kültürel olarak kurgulanmış ve romanın ideolojik boyutuna katkı sağlamıştır.

Benzer biçimde Orhan Pamuk'un Kara Kitap ve İstanbul: Hatıralar ve Şehir gibi eserlerinde, İstanbul yalnızca bir metropol değil; geçmişle bugün, Doğu ile Batı, gelenek ile modernlik arasında sıkışmış bir kültürel kimliğin taşıyıcısıdır. Şehir sokakları, Boğaziçi, tarihi yapılar gibi unsurlar, karakterlerin kimlik arayışlarına ve yabancılaşmalarına mekânsal zemin oluşturur. Bachelard'ın belirttiği gibi, mekânın insan belleğinde bıraktığı izler, edebî anlatıda vücut bularak kültürel bir hafızaya dönüşür(Bachelard, 2018).

## YÖNTEM

Determinizm, evrendeki tüm olayların sonuçlarının başka bir olayın **zorunlu sonuçlar doğurduğunu, sebep-sonuç zinciri içinde** meydana geldiğini savunan felsefi bir görüştür. Bu zincirin dışında genel olarak hiçbir şeyin rastlantı sonucu ya da özgür iradeye dayanmadığı öne sürülür. Mehmet Ödemiş'e göre: "Determinist görüş, özgür irade ve zorunsuzluğu reddederek varlık âlemindeki her olayın zorunlu sonuçlar doğuran bir sebeplilik zincirine bağlı olarak meydana geldiğini savunan teoridir"(Ödemiş, 2021: 32). Bu görüşe göre insan davranışları ve doğal olarak kurmaca metindeki karakterler buldukları mekâna göre değişik ruh halleri ve farklı davranışlar gösterebilirler. Sosyal, psikolojik, kültürel ve dinsel etki altında kalan karakterler de dahil olmak üzere, gerçekleşen ya da gerçekleşeceği tahmin edilen tüm fiiller ya fiziksel (doğa yasaları, biyoloji, genetik) ya da metafiziksel (kader, tanrısal irade) nedenlerle zorunlu olarak ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla özgür irade dediğimiz şey, çoğu determinist görüşe göre bir yanılsamadan ibarettir.

Bu çalışma, nitel içerik analizi yöntemiyle oluşturulmuştur. Cemile romanları kültürel coğrafya, edebiyat, mekân ve toplumsal cinsiyet kavramları çerçevesinde analiz edilmiştir. Disiplinlerarası bir yaklaşım benimsenerek, hem edebi hem de coğrafi perspektif açısıyla metinlere bakılmıştır. Coğrafi okuma ile her iki metin içerisinde geçen mekânların temsili, karakterlerin mekândaki tutum ve davranışları ile karşılaştırılmıştır.

## KÜLTÜR VE MEKÂN

Tanrıkulu; Milli kültürü, bir milletin kendi kültürüne sahip çıkarak nesiller boyu aktarılmasını sağlayan kendine has bir yaşam tarzı olduğunu belirtir(Tanrıkulu, 2014). Kültür kavramı bireylerin sosyal yaşam içerisindeki tutum ve davranışları üzerinde oldukça etkilidir. Günlük aktiviteleri, yemek yeme alışkanlıkları, spor ve egzersiz yapmaları, giyim ve kuşamları gibi birçok durumdan etkilenir. Kültür özellikle dil aracılığıyla yazılı ya da sözlü olarak gelecek nesillere aktarılır. Bu bağlamda roman ve hikâye karakterlerini düşünecek olursak kişi ya da karakter kültürün etkisinde kalarak kimlik sorunu yaşayabilir ya da ortama ayak uydurabilir. Yazarın gerçek hayatından etkilenmeme gibi bir durumu söz konusu değildir. Karakterler yazarın düşünce dünyasının çevresiyle olan ilişkisinden beslenerek ortaya çıkmaktadır. Burada Orhan kemal ve Cengiz Aytmatov'un nasıl bir çevrede yaşadıklarına, nasıl bir iklimde yaşadıklarına ve nasıl bir kültürün etkisi altında kaldıklarına kısaca bakmakta fayda olacaktır.

Kırgız edebiyatının dünyaca tanınmış isimlerinin başında gelen Cengiz Aytmatov 1928 yılında Kırgızistan'ın Talas iline bağlı Şeker köyünde doğmuştur. Sovyet döneminde yaşadığı için bu toplumun yaşantısını da eserlerinde görebilmekteyiz. Aynı zamanda Kırgız Kültürünü en iyi şekilde dünyaya tanıtmıştır. Fransız yazarı Lui Aragon, Fransızcaya çevirdiği "Cemile" için "Dünyanın en güzel aşk hikâyesidir," derken; Leipzig Üniversitesi öğretim üyesi Profesör Roland Opits: "Bizim zamanın insanları Cengiz Aytmatov'un eserlerinde" (Dıykanbayeva, 2015: 171) demiştir. Türk Edebiyatının önemli isimlerinden biri olan Orhan Kemal 15 Eylül 1914'te Adana Ceyhan'da dünyaya gelmiş ve asıl adı Mehmet Raşit Ögütçü'dür. Bu iki yazarın Cemile isimli eseri sadece isim benzerliği değil aynı zamanda kendi yaşamlarından izler taşıması bakımından da birbirlerine benzemektedirler.

Akrabalarının evinde geçen bir olay Cengiz Aytmatov'un "Cemile" hikâyesini yazmasına vesile olmuştur. "Cengiz Aytmatov'un uzak akrabalarından birinin iki oğlundan büyüğü evlenir. Daha Sonra da İkinci Dünya Savaşı başlar. Evlenen çocuk karakterin yaşı genç olmasına rağmen kardeşiyle beraber savaşa çağırılır. Fakat bu ailenin iki oğlu da savaştan dönmez. Eserdeki Cemile'nin, kocasının karakter

tipi işte bu delikanlıdır. Cemile'nin karakter tipi ise komşu köyden Şeker'e gelin gelmiş, çok neşeli, esmer güzeli genç bir kadındır. Bu hikâyede anlatıcı karakter 'Seyit' Cengiz Aytmatov'un kendisidir. Buradan da anlaşılacağı üzere Cemile karakteri de Aytmatov'un yengesidir" (Dıykanbayeva, 2015).

Orhan Kemal'in Cemilesinin de yazarın kendi yaşamından izler taşıdığını şu cümlelerden anlamaktayız. "Avare Yıllar'ın devamı niteliğinde olan Cemile, ilk yayımlandığında Küçük Adamın Notları 3 üst başlığını taşır. Burada eşi Nuriye Hanım'ı ve ailesini, evlenme süreçlerini anlatır"(Yakıştıran, 2020: 357).

Aynı isimli bu iki eserde yer alan kadın tipinin toplum içerisindeki konumu, rolü ve işlevine bakacak olursak, öncelikle bu kadın karakterlerin buldukları mekândaki kültüre ve buna bağlı olarak da gelenek ve göreneklerin romanda nasıl kurgulandığına bakmak gerekmektedir.

## BULGULAR

Öncelikle her iki eser de olayların gerçekleşeceği mekânı tasvir ederek başlar. Bu durum okuyucunun zihninde yer, zaman ve karakterlerin şekillenmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda mekânsal bağlamda çok önemli işlevi olup okuyucunun olayları ve karakteri zihninde doğru yerlere koymasına yardımcı olur.

*"Rüzgâr, uzaktaki sıradağların üzerinden hızlı hızlı kayan küçük alabalutları kovuyor. Ön planda, koyu kırmızı renkte bir pelin bozkırı. Ve bir de, son yağmurlardan sonra kurumaya vakit bulamamış kapkara bir yol. Aşağıda, kuru olan yan taraflarda, kırık ama sık bodur ağaçlar görünüyor"*(Aytmatov, 2011: 7).

*"1934 yılı Eylül sonlarının berrak bir gecesi idi. Kuvvetli ayın altında bembeyaz pamuk tarlaları göz alabildiğine uzanıyor, köyleri şehre bağlayan tozlu yollarda kütlü denilen, tohumlu pamuk hararları yüklü Doçlar, Şavroleler, Fordlar, yağsız tekerleklerinin gıcirtısı aydınlık geceyi dolduran öküz, camız arabaları, İnegöl çift atlıları, yüklü deve dizileri şehre akıyordu"*(Kemal, 2024: 9).

Orhan Kemal ve Cengiz Aytmatov Cemile isimli eserlerini birer aşk romanı olarak adlandırmak yerinde olacaktır. Cengiz Aytmatov'un Cemile'sinde aşk temisi Cemile ve Danyar tarafından şu şekilde dile getirilir.

*"Kim ne derse desin. Sevgilim, kimsesiz sevgilim benim! Seni hiç kimseye kaptırmam! Uzun zamandan beri seviyorum seni... Bilmediğim zamanlardan beri seni sevmiş, seni beklemişim ben. Ve işte geldin, seni beklediğimi biliyormuş gibi geldin! Cemile, Aşkım benim! Biricik sevgilim Cemilettay! Bende seni çok uzun zamandan beri seviyorum. Siperlerde hep seni düşünüyorum, seni hayal ediyordum. Aşkımı, sevgilimi kendi vatanımda bulacağımı biliyordum"* (Aytmatov, 2011: 60).

Orhan Kemal'in Cemile'si ise kâtipi sevmektedir. Ancak bu iki karakter aşklarını göstermekte çekingen davranırlar. İki karakter arasındaki aşk temisi daha çok ima, bakış, davranış ve diğer karakterlerin gözlemleriyle okuyucuya sunulur. Kâtip Necati iplikhaneden kovulduğu zaman, Cemile'nin duygusal yönünün çöktüğünü ve hislerini dışı vurmaktaki gururlu yapısını ortaya koyduğunu görmekteyiz. Burada sevgisinden gözyaşlarını bile saklamaya çalışmaktadır.

“*Cemile ise hırsından titriyor, yaşaran gözlerini saklamak için başını eğdikçe eğiyordu*” (Kemal, 2024: 26).

Kâtip Necati, Cemile olmasaydı iplikhaneden kovulmaya bu kadar içerlemezdi. Bu durum da bize gösteriyor ki Kâtip Necati de Cemile’yi sevmektedir.

“*Oysa, hiç de böyle olmak istemeyen bir şuuru vardı. Eğer Cemile olmasa, 24 lira 95 kuruşa bile boş verir, masasındaki defter, kalem, hokka, hesap makinesi ne varsa herifin suratına fırlatır, sonunu düşünmezdi bile...*” (Kemal, 2024: 36).

Bu romanlarda kadın karakterler aşk temi üzerinden toplumun sosyo-kültürel yapısını sorgulayan güçlü temsillere dönüşür. Ancak her iki romanda da kadın karakterin mekâna, topluma ve kültüre karşı konumu, tutum ve davranışları farklılıklar göstermektedir. Cengiz Aytmatov’un Cemile’inde kadının özgürlük arayışı ön plana çıkmaktadır. Cemile karakteri, aşkı uğruna alışmış olduğu mekânı terk etmeyi göze alarak, köyün geleneksel değerlerini hiçe sayıp sevdasının peşinden koşar ve kocası Sadık’ı geride bırakarak Danyar ile beraber yeni bir hayat kurmak için köyden uzaklaşırlar.

“*Cemile beyaz bir şala bürünmüştü ve şal ensesinden sarkıyordu. Üzerinde pek sevdiği çok renkli bir entari, bu entarinin üzerinde de pamuklu ceketi vardı. Bir eliyle küçük bir bohça taşıyor, öbür eliyle Danyar’ın torbasının kayışını tutuyordu... İşte, vadide, fundalar arasında bir patikadan gidiyorlardı... Danyar ve Cemile arkalarına hiç bakmadan, demiryolu kavşağına gidiyorlardı. Başları fundaların arasından iki defa daha göründü, sallandı ve sonra kayboldular*” (Aytmatov, 2011: 14).

Orhan Kemal’in Cemile’inde ise fabrikanın ve patronun insanları köleleştirerek, ekonomik baskı ile toplumda sınıf farkı oluşturarak, işçi-patron ilişkilerindeki güç eşitsizliğini işçi mahallesinde ortaya çıkarmıştır. Bu yoksul mahalleyi temsil eden Cemile’nin ayakta kalma mücadelesini görmekteyiz. Aynı zamanda Cemile’den bir nebze daha varlıklı olan Kâtip Necati’nin ailesi, fakirliği yüzünden başta Cemile’yi istemezler ama birbirini seven iki genç roman sonunda sözlenirler.

Cemile kendisini istemeye gelen Kâtip Necati’nin ailesini avluda görünce: “*Birisini mi aradınız efendim? Elbette birisini aradık. Bu pis sokaklara hevesli değiliz ya! Kadınlar etrafa küçümseyerek bakınıyorlardı*” (Kemal, 2024: 130). Cemileyi gören görücüler: “*Beriki dudak büktü: Fena değil ama... Çok fakir insanlar değil mi? Çok... Şu avluya bakın, şu odalara, kir pas içinde. Böyle yerlerde büyüyen bir kız... Ya bu koku? Burnum düşecek ayol! Deli oğlan. Beni yerlere geçirmek için elinden geleni yapıyor!*” (Kemal, 2024: 131). “*Cemile tekrar, içeri buyursanıza efendim! Dedi. Kadınlar istemeye istemeye girdiler. İğrenip küçümseyen tavırlarla merdiveni çıktılar*” (Kemal, 2024: 133). “*Demek babaannen kızı almana taraftar değil? Değil ama, onu dinleyen kim?*” (Kemal, 2024: 145). “*Necati’nin babaannesinin boyuna fikir değiştirdiğini biliyordu. Necati daha dün, babaannesiyile kavga ettiğini anlatmış, gerekirse yatağını alır, kızın evine düşerim, demişti*” (Kemal, 2024: 153). “*Cemilesine söz kesmişlerdi*” (Kemal, 2024: 140). “*İzzet usta, Necati’ye sordu: Babaannen nihayet razı oldu demek? Oldu...*” (Kemal, 2024: 158).

Bugünkü anlamda Orta Asya denildiğinde: Kazakistan, Kırgızistan, Özbekistan, Türkmenistan ve Tacikistan’ı içerisine alan bir bölgeyi ifade etmektedir. Merkezî Asya’da göçebe uygarlığın evcil hayvanları arasında yer alan at, bu bölgede yaşayan kavimlerin tarihinde önemli ve fonksiyonel bir rol oynamıştır (Belek, 2015). Kırgız halkının tarihsel olarak sürdürdüğü göçebe yaşam tarzı, doğanın

zorluklarıyla başa çıkabilmek için atın merkezi bir konuma yerleşmesini beraberinde getirmiştir. Atın, gündelik yaşamdan sözlü edebiyat ürünlerine kadar geniş bir yelpazede nasıl temsil edildiği, genel olarak halk anlatıları ve halk toplantıları gibi aktivitelerde karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda Cengiz Aytmatov'un cemilesinde mekânlar daha geniş, açık ve genel(Narlı, 2002). Anlamda karşımıza çıkmaktadır. Bu sayede bozkırlar, at ve at arabaları gibi kavramlar karakterin gündelik hayatına yansımıştır.

*“Ertesi gün Danyar’la birlikte istasyona tahıl taşıyacağımızı hatırlayarak atlarına dokunmadan ve harman yerine döndüm”(Aytmatov, 2011: 22). “Danyar’la ikimiz atları harman yerine getirmiştik... Oy Kiçine-bala, benim atları getir bakalım! Peki koşumları nerde bunların?”(Aytmatov, 2011: 29). “Hep susan Danyar, atları dehleyip arabasını hareket ettirdi”(Aytmatov, 2011: 30). “Ayda! İleri! Bağırıp kamçısını havada şaklatarak atları dörtünal koştururdu”(Aytmatov, 2011: 33).*

Orhan Kemal'in Cemile'sinde ise Türkiye'nin 1930-1940'lı yıllarındaki şehirleşme süreci, sınıfsal farklılıklar, eşkıyalık ve emeğin sömürülmesi ilişkileri öne çıkmaktadır. Bu romanın Cemile'si, yoksullukla, erkeklerin egemen olduğu toplumsal yapıyla ve ailevi sorumluluğun bilincinde olup bu durumla başa çıkmaya çalışan güçlü bir kadın karakterdir. Karakterin yaşadığı mahalle, fabrika çevresi ve ev içi alanlar olup diğer Cemile'yle karşılaştırıldığında daha dar, kapalı ve özel mekânlar karşımıza çıkmaktadır(Narlı, 2002). Bu mekânların temsil ettiği sosyal kimlikler karakterlerin toplumsal konumunun bir yansımasıdır. Bu mekânlar, kadının sınıfsal kimliğinin ve ekonomik sömürü koşullarının göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda Orhan Kemal'in Cemile'si, bireysel arzuların uzak, ailesi ve yaşam mücadelesi doğrultusunda şekillenen bir sorumluluk anlayışını temsil etmektedir.

*“Şehrin hareketsiz, ağır ve eski sokakları yabancıya Ortaçağı hatırlatarak ağarırken, bir kapı usullacık açılıp kapandı, sonra bir başka kapı, daha sonra bir başkası... Allah’a ibadete koşuşan Müslüman gölgeler peydahlandı duvarlarda. Boğula boğula öksürüp, yere ağız dolusu bir balgam tüküren ihtiyar bir Müslümanın birdenbire: Allah Cellecelalehu! Diyen sesi işitildi”(Kemal, 2024: 13-14).*

*“Fabrikanın kurşuni boyalı demir kapısı önünden üçe ayrılarak her biri bir başka mahalleye giden yollar... Geçit vermeyecek şekilde tıklı üç yol, fabrika kapısında birleşip kalın bir kol halinde içeri giriyor, Malzeme Yedek Ambarını sağına, demirhaneyi soluna alıp, tohumlu pamukların tohumundan ayrılma işinin görüldüğü Çırçır Dairesi'nin de önünden geçerek, fabrikanın arka mağazalarında yan yana üç kantarın oraya uzanıyordu. Üç kantarda üç kâtip, fabrikaca satın alınan tohumlu pamukları tartıp teslim almaktaydılar. Öküz, camız böğürtüleri, hamalların yaygarası, telaş, toz ter... Kâtiplerden birisi saatine baktı: Altiya geliyor! Dedi, sonra haber verdi: Saat altıya geliyor millet! Fabrika sahibi ekseriya altıda, pek pek altıyı çeyrek geçe fabrikaya gelirdi. Kantar şakırtıları arttı, terli hamalların konuşması hızlandı”(Kemal, 2024: 14).*

*“Bu saatte değışecek yedek, yani vardiya olmadığından, işçi mahallesi uyuyordu. Çürümüş tahta, paslı teneke ve kerpiç yığınlarından ibaret evleriyle işçi mahallesi sanki bir seldi, bir seldi de bu sel, uzak, çok uzaklardan yuvarlana yuvarlana, köpüre köpüre, korkunç anaforlar yapa yapa gelmiş, yıllardan beri mahallenin nabzı gibi atan fabrikanın ağır, beyaz taslarla örülü; kalın sağlam ve yüksek dört duvarına dört yandan yüklenmiş, ama duvarları asamadan, takılmış kalmıştı. Evler... Yan yatmış, diz çökmüş, bağdaş kurmuş, kapaklanmış, yahut tam yuvarlanacakken tutunuvermiş, evler, işçi evleri. Bu evlerin çürük kapıları arada açılıyor, ya dal gibi bir kız, bir kadın, yahut kocaman takunyalarıyla*

*küçücük bir çocuk, uyku dolu gözleriyle çıkıyor, fabrika kapısındaki Fabrika Memur ve İşçileri Mahdut Mesuliyetli İstihlak Kooperatifi'nin bakkalından içeri giriyordu”(Kemal, 2024: 15).*

Cengiz Aytmatov'un Cemile karakteri bozkırın ona sunduğu fiziksel alanı da kullanarak özgürce hareket etmesi. Eserdeki açık mekânlar kişilere ruh sağlığı ve serbest davranmayı sağlar; bunu da eserin başkarakterleri Cemile figüründe açıkça görürüz(Jabbari ve Mohammed, 2020). Gaston Bachelard'ın da benzer bir yaklaşımla doğa ile iç içe olan insanın, hayal gücünü de özgürce kullanacağından bahseder.

*“Cemile'nin yine de ölçülü hareketleri, kendine güvenen serbestliği, sanki geniş bir alandaymış gibi rahatlığı kimsenin gözünden kaçmıyordu”(Aytmatov, 2011: 33). “O zamanlar, belki o içinden: Hey küçük budala, gitmek istesem beni kim tutabilir? Bütün aile gözcülük etse, yine de gitmek istediğim zaman beni durduramazsınız!”(Aytmatov, 2011: 17).*

*“Cemile, evin tek çocuğu idi. Çocukluğundan beri babasıyla birlikte yıldı peşinde koşuyordu. Belki bu yüzden biraz sert tabiatlı, erkek mizaçlı, hatta bazen biraz kaba idi. Erkek gibi de kuvvetliydi, canla başla çalışırdı. Komşularıyla iyi geçinmesini bilirdi ama biri haksızlık edecek olsa, onunla dalaşmaya kalksa, kaplan kesilirdi. Küfürde kimseden aşağı kalmazdı. Hatta bir erkeği hırpalamak için saçından yakaladığı bile olurdu. Bazen komşular ondan şikâyet ederlerdi: Ne biçim gelininiz var sizin? Eşikten ayağını atar atmaz demediğini bırakmıyor insana! Ne arlanmak var, ne saygı! Evet, bizim gelin öyledir, derdi annem, doğruyu insanların yüzüne karşı söylemeyi sever. Böylesi dedikodu yapmaktan, dolaylı ve iğneli sözler söylemekten iyidir”(Aytmatov, 2011: 14).*

*“Cemile'nin de, daha ilk geldiği gün, başkalarına benzemeyen bir gelin olduğu anlaşılmıştı. Gerçekte büyüklerine karşı saygılıydı, onları dinliyordu. Ama yine de boyun eğmezdi. Buna karşılık, başka gelinlerin yaptığı gibi, başını çevirip homurdanmaz, kötü sözler söylemezdi. Düşündüğünü dobra dobra söyler, fikirlerini açıklamaktan ve savunmaktan çekinmezdi... Cemile türkü söylemesini de çok severdi. Büyüklerin yanında, utanmadan, çekinmeden her zaman bir türkü mırıldanırdı. Bütün bu davranışları elbette, bir gelinin aile içindeki davranışlarını sınırlayan geleneklere pek uygun değildi”(Aytmatov, 2011: 15).*

Yukarıdaki ifadelerden de anlaşıldığı üzere Aytmatov'un bozkır coğrafyası, toplum savaşın ortasında dahi olsa duygusal özgürlüklerin yaşandığı geniş bir alanı temsil etmektedir. Bu doğa ile bütünleşmiş mekân, aynı zamanda Cemile'nin içsel dönüşümünü de yansıtmaktadır. *“Ama işin tuhafı şu ki cigitlerin hepsi Cemile'ye göz dikmiş, yalnız ona saldırıyorlardı. Her biri onu yakalamak, kucaklamak istiyordu. Sonunda üç delikanlı onu yakaladı ve suya atmak için kaldırdı. Ya bir öpücük verirsin ya da dereyi boylarsın! Dediler... Cemile nihayet suyu boyladı. Sudan çıkarken saçları bozulmuş, dağılmıştı ama o haliyle her zamankinden daha güzeldi. Basma entarisi sırlıklam olarak vücuduna yapışmış, yuvarlak taze kalçalarını, diri göğüslerini iyice meydana çıkarmıştı. Ama kendisi bunun farkında değildi. Güliyor, sendeliyor ve alev alev yanan yüzünden, sicim gibi, neşeli sular süzülüyordu. Bir öpücük diye ısrar ediyordu gençler. Cemile öpücük veriyor ama yine suya atılıyor, ıslanarak ağırlaşmış örgülü perçemlerini bir baş hareketiyle geriye atarak yine kahkaha ile güliyordu”(Aytmatov, 2011: 47).*

Buna karşın Orhan Kemal'de fabrika, mahalle, avlu, ev içi gibi dar, kapalı ve sınırlayıcı mekânlar kadının hareket alanı üzerinde etkili olmaktadır. Bu yönüyle mekân, sadece fiziksel değil; aynı zamanda ideolojik ve sosyo-kültürel sınırların da belirleyici konumunu göstermektedir. *”Bohçasından kendine de çamaşır çıkarıp alt eve indi, çamaşır değişti. Sonra, duvarın kovuğuna soktuğu adet bezlerini tomarıyla aldı, çamaşır sepetinin altına sakladı. Bunları babası, yahut ağabeyi görececek diye ödü kopardı. Oysa,*

*babası bir gün alt evde keser ararken bunları bulmuş; gülmüş, tekrar yerine sokmuştu... Geçen yıl dikilen, şimdiyse iyice dar ve kısa gelen mavi üzerine kırmızı çiçekli pazen entarisini giydi. Göğsü iki sert yuvarlak gibi fırlamıştı. Utandı. Sonra: Adam sen de... gibilerden elini sallayarak, uzun kara donunu üstüne çekti, kirli sepetiyle alt evden çıktı, ocağın yanına geldi”(Kemal, 2024: 79).*

Orhan Kemal’in Cemile’sinde ise karakter değişik ruh hallerinde karşımıza çıkmaktadır. Öncelikle sert tabiatlı olarak okuyucuya sunulan cemile, daha sonra duygusal, şaşkın ve karamsar olarak karşımıza çıkmaktadır. “*Lakin kız bildiğin gibi değil... Kabadayı...*”(Kemal, 2024: 16). Cemile’yi istemeye geldiklerinde ise: “*Kulak memelerine kadar kızaran Cemile her şeyi anlamıştı*”(Kemal, 2024: 130). “*Cemile merdiven başında bekliyordu. Yanakları al aldı*”(Kemal, 2024: 131). “*Cemile el öptü. Aklına kahve pişirmek gelince, aşağı indi. Öyle heyecanlıydı ki, aşağı niçin indiğini unuttu*”(Kemal, 2024: 133).

Orta Asya toplumlarında kadının rolleri, yaşanan coğrafyanın doğrudan etkisiyle şekillenmiştir. Göçebe yaşam biçiminde kadınlar yalnızca ev içi rollerle değil, ekonomik ve kültürel üretimde de aktif birer özne olarak yer almışlardır. Özellikle Kırgız toplumunda, kadınlar çocuk bakımı, kültür aktarımı, çadır kurma ve süt ürünleri üretimi gibi sorumluluklarla yaşamın sürekliliğini sağlamışlardır (Bayrak İşcanoğlu, 2018). Bununla birlikte Cengiz Aytmatov Cemile isimli eserinde gelenek, görenek, örf, âdet ve kültüründen sıklıkla bahsetmektedir. “*Ama avılda âdet böyledir*”(Aytmatov, 2011: 9).

*“Büyük ailemiz huzur içinde, uyum içinde yaşamasını benim anneme borçluydu. Her iki evi o, tam yetkiyle ve kusursuz yönetirdi. Aile ocağının bekçisiydi o. Sonra ailelerimizi liyakatle, dürüstlükle yönetmiş ve atalarımızın hatırasına tam saygı göstermiş”*(Aytmatov, 2011: 10).

Benzer durumlar Orhan Kemal’in Cemile’sinde de görünmektedir. “*Doğru, it kapıda zebun gerek.. Babalarımızdan, dedelerimizden böyle duyduk, böyle belledik*”(Kemal, 2024: 44).

Orhan Kemal’in Cemile’sinde ise fabrikada çalışmak zorunda olan genç bir kızın üzerinden sömürülmekte olan bir toplum anlatılmaktadır. Kâtip Necati’nin babaannesini Cemile’nin çalışmasını istememektedir. Fakat ekonomik şartlar Cemile’yi fabrikada çalışmaya mecbur bırakmaktadır.

*“Bir de asıl kızdığım, kız fabrikadan çıksın diyor. Ne düşüncesiz insan! Kız fabrikada keyfinden çalışmıyor ki. Artık çalışma dediğim andan itibaren... Doğru. Hiç olmazsa ayda on lira vermen lazım! Değil mi ya! Veremem. Yirmi dört doksan beş bana bile yetmiyor”*(Kemal, 2024: 146).

Kız kaçırma olayı çok eskilere dayanan bir tür evlenme şeklidir. Genel olarak iki şekilde karşımıza çıkar. Birincisi hem kızın hem de kızın ailesinin izni olmaması durumudur. İkincisi ise kızın kendisinin evlenmeyi istemesi ama ailesinin onay vermediği bir durumdur. Her hâlükârda bu evlilik türünde kaçırılma eylemi gerçekleşirken, kızın ya rızası vardır ya da rızası yoktur (Bayrak İşcanoğlu, 2018). Cengiz Aytmatov’un Cemile’si kendi rızası ile kaçmaktadır. Orhan Kemal’in Cemile’sinde Deveci Çopur Halil’in kendisini istemediği halde Cemile’yi zorla kaçırma isteğini sürekli dile getirdiğini ve kaçırma teşebbüsünde bulunduğunu görmekteyiz.

*“Söylentiye göre, bir ilkbahar günü at yarışında Sadık, Cemile’yi geçememiş, bu ona pek ağır gelmiş ve bu yüzden Cemile’yi kaçırmış. Ama onların sevişerek evlendiklerini söyleyenler de vardı”*(Aytmatov, 2011: 13-14).

“Kızın gönlü yok! Sen babasının gönlünü ettikten sonra kızın esamisi mi okunur bire usta? İste bunda yanıldın... Niye? Senin bildiğin babalardan değil ki bu. Kızını gözünden ziyade sever... Sonra o adamın kafası başka... Yerliye kız vermez”(Kemal, 2024: 12).

“Boş laflar Halil... Olmayacak şey, boşuna nefesini tüketme. Kız kâtibi seviyor diyorum, sen hala... Otuz kaat aylıknan avrat mı sevilirmiş? Fazla gelmeğe başladın amma... Birdenbire sinirlenen Halil: Ne fazla gelecekmışim, dedi, bir gün dayarım tomafili... Eeee? Attığım gibi yallah...”(Kemal, 2024: 13).

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Edebiyat ve coğrafya arasındaki ilişkiye disiplinlerarası bir yaklaşımla bakmak faydalı olacaktır. Coğrafya, edebî metinlere mekânsal farkındalık kazandırırken; edebiyat da coğrafyanın sunduğu verileri estetik bir şekilde yeniden yorumlayarak okuyucunun beğenisine sunar. Mekân kavramı bu iki alan arasında ortak bir kesişim noktası oluşturmaktadır. Nitekim hem fiziksel gerçekliğin hem de toplumsal ve bireysel anlam çevrenin taşıyıcısıdır. Dolayısıyla edebiyatın coğrafi temsiller yoluyla sunduğu anlatılar, görseller, peyzajlar yalnızca bir estetik doyum sunmaz; aynı zamanda bu mekânların kültürel, tarihsel ve ideolojik katmanlarını açığa çıkarır (Tuan, 1977; Cosgrove, 1998). Bu nedenle edebiyat-coğrafya ilişkisi, hem insanın çevresiyle kurduğu ‘insan-çevre etkileşimi’ dünyasını çözümlmek hem de edebî metinleri daha ayrıntılı okumalarla değerlendirmek açısından büyük bir öneme sahiptir.

Bu çalışma göstermektedir ki edebiyat ve coğrafya arasındaki ilişki, özellikle kadın temsili üzerinden analiz edildiğinde daha derin bir kültürel bağlam sunar. Özellikle karakterlerin içerisinde buldukları mekân ile davranışları arasındaki bağın önemli olduğunu görmekteyiz. Burada açık-kapalı, geniş-dar ve özel-genel mekânların karakter üzerindeki etkileri ya tam tersi karakterin bu mekânlar üzerindeki fonksiyonları her iki eserde de görünmektedir. Aytmatov’un Cemile’inde bozkır kadının özneleştigi bir alan haline gelirken; Orhan Kemal’in Cemile’inde kent, fabrika, mahalle gibi yerler sınıfsal eşitsizliğin iç içe geçtiği baskın mekânlara dönüşmektedir. Her iki metin de kadın karakterlerin mekânla olan ilişkisi üzerinden, kültürel kavramların, toplumsal rollerin ve cinsiyet rejimlerinin edebî temsil biçimlerini açığa çıkarmaktadır.

Her iki roman da ataerkil toplumda kadının temsilini farklı yollarla işler: Aytmatov’un Cemile’si bireysel özgürlüğün, Orhan Kemal’in Cemile’si ise sınıfsal dayanıklılığın simgesidir. Bu temsil farklılıkları, yalnızca kültürel bağlamın değil; aynı zamanda edebiyatın ideolojik duruşunun ve yazarın kadın meselelerine yaklaşımının da bir temsidir. Kadın temsili, bu anlamda mekân, emek, aşk ve aidiyet gibi kavramlarla iç içe geçmiş, çok katmanlı bir anlatı metni sunar.

Cengiz Aytmatov’un ve Orhan Kemal’in Cemile romanlarında kadın temsili, farklı sosyo-kültürel bağlamlarda şekillenen iki özgün kadın karakteri temsil etmektedir. Aytmatov’un Cemile’si bireysel arzularını özgürce ifade edebilen, geleneksel normlara karşı duran bir kadın özne iken; Orhan Kemal’in Cemile’si sınıfsal mücadele içinde sıkışmış, ekonomik açıdan zor durumda olan, fedakâr ama görünmez bir kadın emeğinin temsilcisidir. Bu iki temsil, hem edebî anlatının ideolojik yönünü hem de kadının toplum içindeki çok katmanlı konumunu gözler önüne sermektedir. Edebiyat, bu yönüyle yalnızca bireysel hikâyelerin değil; toplumsal cinsiyet rollerinin de temsil ve eleştiri alanı olmayı sürdürecektir.



## KAYNAKÇA

- Aytmatov, C. (2011). Cemile. Elips Kitap, Ankara.
- Bachelard, G. (2018). Mekânın Poetikası (Çev. Alp Tümertekin). İstanbul: İthaki Yayınları.
- Bayrak İşcanoğlu, İ. (2018). Kırgız aile ve sosyal - kültürel hayatında kadın. Uluslararası Türk Lehçe Araştırmaları Dergisi (TÜRKLAD), 2(1), 358–366.
- Belek, K. (2015). Eski Türklerde at ve at kültürü (dünden bugüne Kırgız kültürel hayatı örneği). *Gazi Türkiyat*, (16), 111-128.
- Cosgrove, D. E. (1998). Social formation and symbolic landscape. Univ of Wisconsin Press.
- Dıykanbayeva, M. (2015). Hatıralar Işığında Cengiz Aytmatov Ve Eserleri. Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim (TEKE) Dergisi, 4(1), 169-188.
- Hones, S. (2025). Edebi Coğrafya (Çev. Aytek Sever). İstanbul: Vakıfbank Kültür Yayınları.
- Jabbari, R. & Mohammed, J.Q. (2020). Cengiz Aytmatov'un Cemile Adlı Hikâyesinin Üzerine Bir İnceleme. *International Social Sciences Studies Journal*, 74, 5386-5391.
- Kemal, O. (2024). Cemile. Everest Yayınları. İstanbul.
- Narlı, M. (2002). Romanda Zaman ve Mekan Kavramları. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5(7), 91-106.
- Ödemiş, M. (2021). Determinizmin yeni savunması: nörobiyolojik indirgemecilik. *Kader*, 19(1), 29-54.
- Tanrıkulu, M. (2014). Coğrafya ve Kültür. Ankara: Edge Akademi Yayınları.
- Tuan, Y. F. (1977). Space and Place: The Perspective of Experience. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Yakıştıran, B. Ö. (2020). Orhan Kemal'in Hayatını Otobiyografik Romanlarından Okumak. *Akademik Dil ve Edebiyat Dergisi*, 4(3), 355-378.

## 18. Yüzyıl Osmanlı El Yazmalarında Yer Alan Taraklı Ebru Örneklerinin İncelenmesi

Keziban GÜNDÜZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>kezibanuygun@hotmail.com; Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Türk İslam Sanatları Tarihi Anabilim Dalı, Isparta / Türkiye. Orcid: 0000-0002-9211-6021

### Özet

Türk ebru sanatı, tarih boyunca dönemin koşullarına uyum sağlayarak gelişmiş ve özellikle Osmanlı döneminde kitap sanatlarının yardımcı unsurlarından biri hâline gelmiştir. Bu geleneksel sanat dalı, el yazmalarının hem iç süslemelerinde hem de cilt bezemelerinde yaygın şekilde kullanılmıştır. Bu çalışmada, 18. yüzyıla tarihlenen yazma eserlerde yer alan taraklı ebru örnekleri incelenmiştir. Araştırmanın sınırlılığı, bu yüzyıldaki ebrularla sınırlandırılarak dönemin teknik ve üslup özelliklerinin detaylı biçimde ortaya konması amaçlanmıştır. Bu kapsamda 19 farklı kurumla iletişime geçilmiş ve 1861 ebrulu yazma eserin görselleri temin edilmiştir. Fiziksel yıpranma nedeniyle 436 eser inceleme dışı bırakılmış; geriye kalan 1425 eserde 3308 adet ebru sayfası tespit edilmiştir. Bunlardan 82 eserde toplam 170 adet taraklı ebru örneğine rastlanmıştır. Tarak aralıkları, uygulama biçimleri ve desen özelliklerine göre sınıflandırılan bu örnekler görseller üzerinden analiz edilmiştir. Çalışma, hem dönemsel üslupların belirlenmesine katkı sağlamakta hem de ebrunun yazma eserlerdeki kullanımına ilişkin özgün veriler sunarak ebru sanatıyla ilgili bilimsel bir boşluğu doldurmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Türk Kitap Sanatları, Ebru Sanatı, Taraklı Ebru, El Yazması, Cilt.

### Abstract

Turkish marbling art has evolved throughout history by adapting to the conditions of the period, becoming a supporting element of book arts, particularly during the Ottoman period. This traditional art form was widely used in both the interior decoration and binding of manuscripts. This study examined examples of combed marbling found in manuscripts dating to the 18th century. The research was limited to marbling from this century, aiming to reveal the technical and stylistic characteristics of the period in detail. Within this scope, 19 different institutions were contacted, and images of 1,861 marbled manuscripts were obtained. Due to physical wear, 436 works were excluded from the analysis, and 3308 marbling pages were identified in the remaining 1425 works. A total of 170 examples of combed marbling were found in 82 of these works. These examples, classified according to comb spacing, application methods, and pattern characteristics, were analyzed through the images. The study contributes to the identification of periodic styles and fills a scientific gap in the art of marbling by providing original data on the use of marbling in manuscripts.

**Keywords:** Turkish Book Arts, Marbling Art, Combed Marbling, Manuscript, Binding.

## GİRİŞ

Türk süsleme sanatının önemli dallarından biri olan ebru sanatı, tarihsel süreç içerisinde sürekli yenilenen bir desen arayışının sonucu olarak şekillenmiştir. İlk dönemlerden günümüze kadar gelişimini sürdüren bu sanat dalında, zamanla battal, gel-git, şal, bülbülyuvası ve taraklı gibi temel formlar klasik biçimlerine ulaşarak belirginleşmiştir (Dere, 2011: 125; Dere, 2018: 96). Genellikle yapılaş şekline göre ya da tekniği bulan ustanın ismine göre adlandırılan bu ebru türleri, hem teknik açıdan zengin hem de sanatsal açıdan göz doldurmaktadır. Özellikle Osmanlı döneminde kitap sanatlarının tamamlayıcı bir unsuru olarak önemli bir yere sahip olmuştur (Begiç, 2015: 596; Gülgen, 2016: 153; Toktaş, 2014: 125). 18. yüzyılda yazma eserlerin; kapak dışlarında ve kapak içlerinde, mıklep içinde ve dışında, yan kâğıt olarak, köstek kısımlarında, iç sayfalarda, sırt ve mahfaza yüzeylerinde ebrulu kâğıtların kullanımı oldukça yaygındır. Bu döneme ait süsleme anlayışını yansıtan ebrular arasında ritimli çizgi düzeniyle dikkat çeken türlerden biri de taraklı ebrudur. Tarak yardımıyla kıvamı artırılmış su yüzeyinde oluşturulan bu form, klasik battal ebrudan farklı olarak belirli bir düzenle yapılan desenle yazma eserlerin görsel bütünlüğünü tamamlamaktadır.

18. yüzyılda taraklı ebrunun en yaygın kullanım alanları arasında yazma eserlerin kapak içi ve dışı, mıklep içi ve dışı, köstek olarak ve mahfaza yüzeylerinde tercih edildiği görülmektedir. Ancak bu ebrulu kâğıtlarda tarih ve sanatçı imzası yer almadığından, bu dönemde yapılmış taraklı ebruların tam olarak kimler tarafından yapıldığı, hangi tarihlere ait olduğu kesin olarak belirlenememektedir (Açıkgözoğlu, 2011: 17; Dağlı, 2016: 80; Dere, 2021: 23; Gülgen, 2016: 154-155; Özçimi, 2011: 23). Eserin istinsah tarihi, ebrunun üretim sürecine dair ipuçları sunmakla birlikte, bu tarihin her zaman ebru uygulamasına dair kesin bir zaman aralığını yansıttığını söylemek mümkün değildir.

Yapılan bilimsel araştırmalarla ebru yapım tekniklerine her ne kadar yeni arayışlar ve yorumlar getirilmeye çalışılsa da, bu çalışmalar genellikle tekrar niteliğinden kurtulamamıştır. Özgün örneklerle dayalı bilimsel çalışmalar ise oldukça sınırlıdır. Şimdiye kadar yapılmış olan çoğu araştırmaların sadece bir kütüphaneyi ele alarak orada bulunan eserlerdeki ebru çeşitlerini inceledikleri görülmektedir. Osmanlı döneminin tamamı üzerinde çalışmak ise, çok daha kapsamlı bir araştırmayı gerektirmektedir. Sadece bir kütüphaneyi çalışmak araştırmayı daraltacağından; Osmanlı'nın tüm dönemlerini ele almak ise çalışmanın kapsamını aşacağından, ebrunun el yazmalarında yoğun olarak kullanıldığı dönemlerden biri olan 18. yüzyıl esas alınmış ve araştırma bu yüzyıla ait olduğu düşünülen el yazmalarında yer alan ebru örnekleriyle sınırlandırılmıştır.

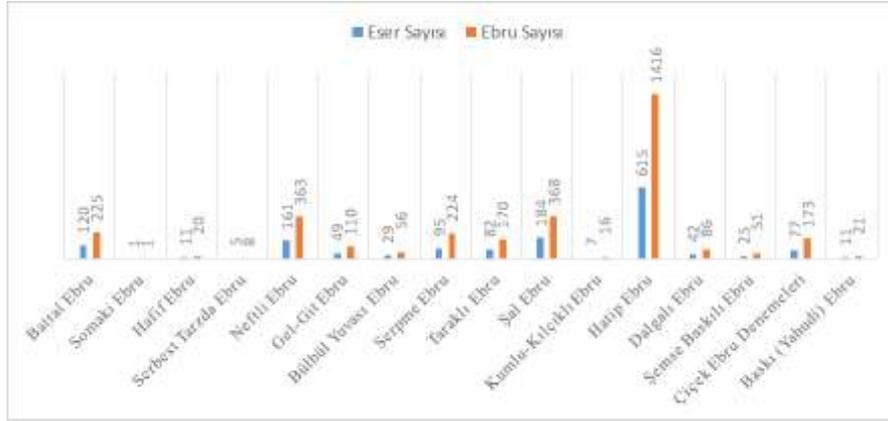
Bu çalışmanın temel amacı, 18. yüzyıl Osmanlı dönemine ait el yazmalarında yer alan taraklı ebru örneklerini tespit ederek, bu örnekler aracılığıyla dönemin ebru sanatına dair teknik, biçimsel ve estetik özellikleri ortaya koymaktır. Taraklı ebru, klasik ebru türleri arasında düzenli çizgisel deseniyle dikkat çeken ve geleneksel Türk kitap sanatları içerisinde özel bir yere sahip olan bir ebru çeşididir. Ancak, bu ebru türüne dair tarihsel gelişim süreci, kullanım alanları ve dönemsel yaygınlığı üzerine yapılan akademik çalışmalar oldukça sınırlı kalmıştır. Bu çalışma ile hem mevcut bilgi boşluğunu doldurmak hem de ebru sanatının belgelenmesine bilimsel katkı sunmak amaçlanmaktadır.

Bu doğrultuda, Osmanlı yazmalarında kullanılan taraklı ebruların kullanım alanları, teknik özellikleri, tercih edilen renkler gibi konular ayrıntılı biçimde incelenecek; bu ebru formunun yazma eserlerdeki estetik işlevi değerlendirilecektir. Araştırma, aynı zamanda ebru sanatının belgelendirilmesi ve

korunmasına yönelik farkındalık oluşturmayı ve gelecek çalışmalara altyapı sağlama amacını da taşımaktadır.

Bu araştırmada nitel araştırma yöntemi temel alınmış; belge tarama ve görsel analiz teknikleri birlikte kullanılmıştır. Çalışmanın temelini, Türkiye genelinde 19 farklı müze ve yazma eser kütüphanesinden temin edilen, 18. yüzyıla ait olduğu düşünülen toplam 1425 adet el yazması eser oluşturmaktadır. Bu eserler içerisinde 3308 adet ebru örneği görsel olarak kayıt altına alınmıştır. İncelemeler sonucunda, 82 eserde toplam 170 adet taraklı ebru örneği tespit edilerek (Tablo 1), teknik ve estetik nitelikleri doğrultusunda değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

**Tablo 1:** Ebruların çeşitlerine göre yazma eser sayısı ve bu eserlerdeki ebru sayıları



## 18. Yüzyıl Osmanlı Dönemi El Yazmalarında Taraklı Ebrular

Taraklı ebrular incelendiğinde, hem renk çeşitliliği hem de desen özellikleri bakımından birbirine oldukça benzeyen örneklere rastlanmaktadır. Bu ebrular, sanki aynı teknede yapılmış gibi görünmektedir. Benzerlik gösteren bu ebruların bir kısmı aynı koleksiyon ya da kütüphane içerisinde yer alırken, bazıları ise farklı kütüphanelerden temin edilmiştir. Yazma eserlerin tarihleri karşılaştırıldığında, kimi örneklerin aynı döneme ait olduğu, kimilerinin ise farklı zamanlarda yapıldığı görülmektedir. Bu durum, taraklı ebruların aynı teknede seri şekilde üretilip saklandığını ve ihtiyaç duyulduğunda çeşitli eserlerin farklı bölümlerinde kullanılmış olabileceğini düşündürmektedir. Alternatif olarak, bu yazma eserlerin daha sonra topluca ciltlenmiş olması ya da taraklı ebruların üretildikleri dönemden bağımsız olarak farklı zaman ve yerlerde satışa sunulup sonradan eserlerde değerlendirilmiş olması da mümkündür. Çünkü 19. yüzyıl başlarında yaşamış olan Bekir Efendi isimli bir şahsın, Bayezid Kâğıtçılar Çarşısı'nda ebru satışı yaptığı bilinmektedir (Ertan, t.y.: 1-2). Bu durum, daha önceki yıllarda da benzer şekilde satış yapılmış olabileceği fikrini akla getirmektedir.

Bu benzerliklerin temelinde, taraklı ebrunun standartlaşmış teknikleri ve tercih edilen renklerin etkisi olabilir. Bu bağlamda, taraklı ebrunun hazırlanış süreci ve kullanılan renkler de biçimsel benzerliklere neden olabilmektedir. Taraklı ebru yaparken, istenilen renklerle oluşturulan battal ebru üzerine öncelikle gel-git deseni uygulanır (Arıtan, 2002: 533; Barutçugil, 1999: 69; Barutçugil, 2001: 95; Başar ve Tiryaki, 2000: 31). Ardından, “ebru tarağı” adı verilen özel bir alet yardımıyla, son yapılan gel-git deseninin zıt yönündeki kenarına tarak hafifçe daldırılır ve diğer kenara doğru yavaşça çekilerek taraklı desen elde edilir (Derman, 1977: 13-14; Derman, 1994: 56; Elhan, 1998: 9; Özçimi, 2007: 67).

Kaynaklarda "Taraklı Ebru" olarak adlandırılan bu teknik yalnızca gel-git zemin üzerine değil, doğrudan battal desen üzerine de uygulanabilmektedir (Karaca, 2015: 50; Sönmez, 2007: 67). Tarak, düz bir hat üzerinde çekilebildiği gibi 'S' formunda ya da zikzak hareketlerle de kullanılabilir (Barutçugil, 1999: 69; Barutçugil, 2001: 95). Ayrıca farklı biçim ve boyutlarda taraklar da mevcuttur. Taraklı ebrular, kullanılan tarak tipine ve yapılan hareketlere bağlı olarak farklı isimler almaktadır (Çoktan, 1992: 31-32; Dere, 2011: 106; Dere, 2021: 82; Elhan, 1998: 9). Bu ebru çeşidi, özellikle Avrupa'daki cilt ustaları tarafından büyük ilgi görmüş ve yaygın olarak kullanılmıştır (Barutçugil, 1999: 69; Barutçugil, 2001: 95; Derman, 1977: 13-14; Göktaş, 1987: 29). Bu ilgi öyle boyutlara ulaşmıştır ki, taraklı ebrular kullanılan taraktaki diş sayısına göre dahi farklı adlarla anılmıştır (Göktaş, 1987: 29). Ayrıca, 1881 yılında C.W. Woolnough tarafından yayımlanan *The Whole Art of Marbling* adlı eserde, ebru çeşitlerinin isimlerinin değiştirilmeye çalışıldığı dikkat çekmektedir. Woolnough'un hemen her ebru türünü farklı milletlere atfetme çabası içinde olduğu görülmekte; bu bağlamda taraklı ebruyu da "Hollanda Ebrusu" olarak adlandırarak (Woolnough, 1881: 59), bu tekniği Hollanda'ya mal etmeye çalıştığı anlaşılmaktadır

Bu döneme ait olduğu tespit edilen ve içerisinde 170 taraklı ebru örneği barındıran toplam 82 yazma eser bulunmaktadır. Ancak söz konusu eserlerden 21'i ciddi biçimde yıpranmış olduğundan, üzerlerindeki desen ve renk detaylarını sağlıklı şekilde tespit etmek oldukça güçtür. Taraklı ebruda, temel desen olan battal ebrunun dengeli ve özenli yapılması büyük önem taşır. Renklerin yüzeye orantılı biçimde serpilmesi, tarak izlerinin net biçimde görünmesini sağlarken; tek bir rengin baskın olduğu bölgelerde bu izler belirginliğini yitirmekte ve görsel uyum bozulmaktadır (Resim 1). H. 1161 (M. 1748) tarihli, 43 Va 896 arşiv numarasına sahip *el-İ'râb 'an Kavâ'idi'l-İ'râb* adlı yazma eserin ön ve arka kapağında yer alan taraklı ebru örneklerinde bu durum açıkça gözlenmektedir; özellikle arka kapakta kullanılan yoğun sarı rengin, ebrunun genel ahengini olumsuz etkilediği görülmektedir (Resim 2).



**Resim 1:** H. 1180 (M.1766-67) Tarihli 45 Hk 8426 Arşiv No'lu *el-Mesâlik* Adlı Eser



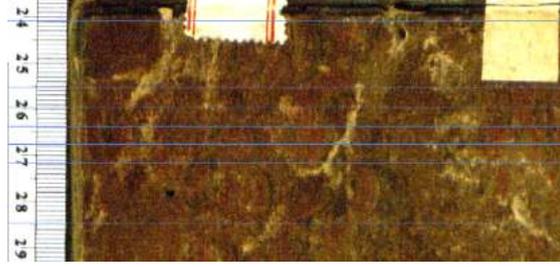
**Resim 2:** H. 1161 (M.1748) Tarihli 43 Va 896 Arşiv No'lu *İ'râb An Kavâidi'l-İ'râb* Adlı Eser

Taraklı ebru çeşitleri, tarağın dişleri arasındaki sıklığa bağlı olarak genellikle "geniş taraklı" ve "ince taraklı" biçiminde adlandırılmaktadır. Ancak, mevcut taraklı ebru örneklerinin sayıca fazla olması nedeniyle, bu türleri sadece iki kategoriye ayırmak yerine, beş farklı grupta sınıflandırmanın daha uygun olacağı düşünülmüştür. Söz konusu gruplandırma, tarak dişleri arasındaki mesafe esas alınarak yapılmıştır. Buna göre, ilk üç grup sırasıyla 5–9 mm, 9–15 mm ve 15 mm üzeri diş aralıklarına sahip taraklarla yapılan ebrulardan oluşmaktadır. Dördüncü grup, iki farklı tarak kullanılarak elde edilen taraklı ebru örneklerini kapsamaktadır. Beşinci ve son grup ise özel bir tarakla hazırlanmış, dört sıra 5–9 mm ve bir sıra 15 mm üzeri aralıklara sahip eşsiz bir örneği temsil etmektedir. Bu türden yalnızca bir adet örnek tespit edilmiştir. H. 1213 (M. 1798) tarihli, 55 Hk 68 arşiv numaralı *et-Tasrîf* adlı yazma

eserin ön ve arka dış kapaklarında yer almaktadır. Taraklı ebru, düzenli olarak dört sıra 5 mm ve bir sıra 15 mm aralıklı özel bir tarakla uygulanmıştır. Ancak, fotoğraf çekimindeki yetersizlik nedeniyle görsel net değildir. Bu nedenle, görselin renkleri dijital ortamda Photoshop programı yardımıyla açılmış ve mesafeler programın cetvel aracıyla ölçülerek analizi gerçekleştirilmiştir (Resim 3,4).



**Resim 3:** *H. 1213 (M.1798) Tarihli 55 Hk 68 Arşiv No'lu Et-Tasrîf Adlı Eser*



**Resim 4:** *H. 1213 (M.1798) Tarihli 55 Hk 68 Arşiv No'lu Et-Tasrîf Adlı Eserin Photoshoplu Kesiti*

Diş aralığı 5–9 mm olan taraklarla hazırlanmış taraklı ebru örneklerine toplam 58 eserde rastlanmıştır (Resim 5-7). Bu eserlerin farklı bölümlerinde, söz konusu taraklı ebru türünden toplam 115 adet örnek tespit edilmiştir. Genellikle, renk uyumu ve orantılı boya dağılımı gözetilerek hazırlanmış olan bu ebrular arasında, teknik açıdan acemice ya da özensiz uygulanmış örnekler de bulunmaktadır. Tespit edilen 115 taraklı ebru örneğinin 85'inde sarı, kırmızı ve mavi tonlarının ağırlıklı olarak tercih edildiği görülmektedir.



**Resim 5:** *H. 1189 (M.1775/76) Tarihli 21 Hk 184 Arşiv No'lu Nazratü'l-Lübâb fî Şerhi Bahceti'l-Lübâb Adlı Eser*



**Resim 6:** *H. 1184 (M.1770/71) Tarihli 45 Ak Ze 1493 Arşiv No'lu Şerhü'l-Besmele Adlı Eser*



**Resim 7:** *18. Yüzyıla Ait Râşid Ef. 629 Arşiv No'lu Şerhu Muhtasaru'l-Mütehâ Adlı Eser*

İkinci grubu oluşturan, 9–15 mm diş aralığına sahip taraklarla hazırlanmış taraklı ebru örneklerine, 13 farklı yazma eserde rastlanmıştır. Bu eserlerde toplam 26 adet, söz konusu aralıkta tarakla yapılmış ebru örneği tespit edilmiştir. İlk grupta yer alan, 5–9 mm aralıklı taraklarla oluşturulan ebrulara kıyasla, bu gruptaki örneklerde ortak renk tercihleri daha azdır. Genellikle her biri farklı renk kompozisyonlarıyla hazırlanmış olup, belirgin bir renk standardı gözlenmemektedir (Resim 8-10).



**Resim 8:** H. 1136 (M.1723/24)  
Tarihli 19 Hk 958 Arşiv No 'lu  
Hâşiye Âlâ Umdeti'l-Ehli't-  
Tevfik Adlı Eser



**Resim 9:** H. 1173  
(M.1759/60) Tarihli 34 Ae  
Şeriyye 436 Arşiv No 'lu İlm-i  
hâl Adlı Eser



**Resim 10:** H. 1212  
(M.1797/98) Tarihli 43 Va  
1908 Arşiv No 'lu Meslekü'l  
Envar Tercümesi Adlı Eser

Üçüncü grubu oluşturan, 15 mm ve üzeri diş aralığına sahip taraklarla hazırlanmış taraklı ebru örneklerine, 8 farklı eserin çeşitli bölümlerinde toplam 21 adet örnekte rastlanmıştır (Resim 11). Bu 21 örnekten 8'i eserlerin mahfaza bölümlerinde yer almaktadır. Bahsi geçen 8 mahfaza örneğinin tamamı, Çorum Hasan Paşa İl Halk Kütüphanesi koleksiyonuna aittir (Resim 12). H. 1118 (M.1707) tarihli ve 55 Hk 110 arşiv numaralı *Risâletü'l-Usturlâb* adlı eserin miklebi, farklı ebru çeşitleri kullanılarak çeşitli küçük parçaların bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. Bu miklebin ön ve arka dış kapaklarında, taraklı ebrunun yanı sıra gel-git ve hatip ebru türleri birlikte kullanılmıştır (Resim 13).



**Resim 11:** H. 1147 (M.1734) Tarihli  
06 Mil Yz A 5424 Arşiv No 'lu  
Berekâtü'l-Ebrâr Adlı Eser



**Resim 12:** H. 1115  
(M.1703/04) Tarihli 19 Hk  
2227 Arşiv No 'lu Bûstân Adlı  
Eser



**Resim 13:** H.1118 (M.1707)  
Tarihli 55 Hk 110 Arşiv  
No 'lu Risâletü'l-Usturlâb  
Adlı Eser

Gruplandırma kapsamında ele alınan son taraklı ebru türü, iki farklı tarakla oluşturulan örneklerdir. “Tavusî” veya “dalgalı taraklı ebru” olarak da adlandırılan bu tür, ince ya da kalın dişli bir tarakla yapılan klasik taraklı ebrunun, ikinci bir tarak yardımıyla farklı bir biçimde yeniden şekillendirilmesiyle meydana getirilir (Başar ve Tiryaki, 2000: 31). İncelenen döneme ait yazmalar arasında, bu tekniğin uygulandığı örneklere yalnızca iki eserde rastlanmıştır. Söz konusu eserlerin çeşitli bölümlerinde toplam 5 adet çift taraklı ebru örneği tespit edilmiştir. Bu örneklerden birinde, ikinci tarak hareketi dalgalı formda uygulanmışken, diğesinde ise düz çizgisel bir form tercih edilmiştir (Resim 14-16).



**Resim 14:** H. 1115  
(M.1703/04) Tarihli 05 BA  
1741 Arşiv No'lu Şerhü'l-  
Mugni Adlı Eser



**Resim 15:** H.1119 (M.1707/08)  
Tarihli 19 Hk 2821 Arşiv No'lu  
Tebyînu'l-Me'âni fi's-Sarfi's-  
Sina'i Adlı Eser



**Resim 16:** H. 1119 (M.1707/08)  
Tarihli 19 Hk 2821 Arşiv No'lu  
Tebyînu'l-Me'âni fi's-Sarfi's-  
Sina'i Adlı Eser

Taraklı ebrularda, genellikle tarak teknenin bir kenarına yerleştirilip kaldırılmadan karşı kenara kadar çekilerek desen oluşturulur. Fakat incelenen 5 eserde yer alan taraklı ebru örnekleri, standart yöntemine göre yapılmamıştır. Bu örneklerde tarak, tek bir yönde ve kesintisiz şekilde değil, farklı yönlerde çekilerek desen oluşturulmuştur. Söz konusu bu 5 eser, farklı yıllarda yapılmış ve farklı kütüphanelerde muhafaza edilmektedir. Buna rağmen aralarında dikkat çekici benzerlikler bulunmaktadır. Bu örneklerde kullanılan tarakların her birinde 6 diş bulunmakta ve tarak çekimleri her bir uygulamada farklı yönlerde gerçekleştirilmiştir (Resim 17). Bu eserlerden biri, H. 1127 (M.1715) tarihli 55 Hk 64 arşiv numaralı *Hâşiye Âlâ Fevâ'idi'l-Fenârîye* adlı yazmadır. Eserin ön ve arka dış kapaklarında yer alan taraklı ebru örnekleri, bu uygulamaya örnek teşkil etmektedir. Eserin arka kapağında, tarak çekimi sağdan başlanıp diğer çekiminde soldan yapılmış; bu işlem bir sağ, bir sol şeklinde devam ettirilmiştir. Ön kapağında ise, tarak yukarıdan aşağıya, sağdan sola ve soldan sağa yönlerinde çekilerek, klasik düz çizgisel yapının dışına çıkan hareketli bir görünüm oluşturulmuştur (Resim 18,19).



**Resim 17:** H. 1111 (M.1700)  
Tarihli 43 Va 1389(1831) Arşiv  
No'lu Ferâizü's-Sîraciyye Adlı  
Eser



**Resim 18:** H. 1127 (M.1715)  
Tarihli 55 Hk 645 Arşiv No'lu  
*Hâşiye Âlâ Fevâ'idi'l-Fenârîye*  
Adlı Eser



**Resim 19:** H. 1127 (M.1715)  
Tarihli 55 Hk 645 Arşiv No'lu  
*Hâşiye Âlâ Fevâ'idi'l-Fenârîye*  
Adlı Eser

Daha önce de belirtildiği üzere, taraklı ebru yalnızca gel-git ebru zeminine değil, doğrudan battal ebru üzerine de uygulanabilmektedir. İncelenen yazma eserlerde, battal ebru zemini üzerine doğrudan tarak çekilerek oluşturulmuş örneklere rastlanmaktadır. Bu tür uygulamalarda, gel-git ebru üzerine yapılan

örneklerdeki kadar belirgin ve düzenli olmasa da, desenin battal zemin üzerine uygulandığı açıkça ayırt edilebilmektedir (Resim 20-22).



**Resim 20:** H. 1120  
(M.1708/09) Tarihli 21 Hk 249  
Arşiv No 'lu Şerhü'l-Unmuzec  
Adlı Eser



**Resim 21:** H. 1142  
(M.1729/30) Tarihli 43 Va  
895 Arşiv No 'lu Lübabü'l-  
İ'rab Adlı Eser



**Resim 22:** H. 1154 (M.1741)  
Tarihli H.399 Arşiv No 'lu  
Kanûn-nâme-i Sultân Süleymân  
Adlı Eser

### Yazmalarda Kullanılan Taraklı Ebruların Değerlendirilmesi

Yazmalarda kullanılan ciltler, cilt tekniklerine göre; kullanılan malzeme, süsleme biçimi, ait oldukları kültür ve teknik özellikler bakımından çeşitli kategorilere ayrılmaktadır. Ancak bu çalışmada yalnızca, taraklı ebru içeren yazmaların ciltleme teknikleri ele alınmıştır. Taraklı ebrunun yer aldığı yazma eserlerin cilt ve mahfazalarında en yaygın olarak karşılaşılan uygulama, çârkûşe tekniğidir. Bunun dışında, ebru kâğıdı ile kaplama ve mukavva cilt uygulamaları da tespit edilmiştir. Araştırma kapsamında, çârkûşe tekniğiyle hazırlanmış taraklı ebrulu ciltlere 50 farklı yazmada ve 6 ayrı mahfazada rastlanmıştır. Öte yandan, ebru kâğıdı kaplama yöntemiyle oluşturulan ciltlere 4 eserde; mukavva cilt tekniğiyle hazırlanmış taraklı ebrulu ciltlere ise 16 eserde rastlanılmıştır. Bu veriler, 18. yüzyıl yazmalarında taraklı ebrunun farklı cilt teknikleriyle birlikte nasıl kullanıldığına dair önemli bilgiler sunmaktadır.

Yazmalarda taraklı ebrunun kullanım alanlarına bakıldığında; 62 eserin ön kapağında, 56 eserin arka kapağında, 5 eserin ön kapak içinde, 3 eserin arka kapak içinde, 28 eserin mıklep dışında, 3 eserin mıklep içinde, 1 eserin köstek bölümünde ve 11 eserin mahfazasında yer aldığı tespit edilmiştir.

18. yüzyıl yazmalarında kullanılan ebrular incelendiğinde, tercih edilen renkler arasında mavi tonlarının en yaygın renk olduğu görülmektedir. Bunu sırasıyla sarı, kırmızı, yeşil, siyah, turuncu, kahverengi, pembe, gri, mor, toprak rengi, bordo ve beyaz tonlar takip etmektedir. Taraklı ebrularda da renk tercihinde belirgin bir farklılık gözlenmemektedir. İncelenen örnekler ışığında, ebru yapımında tekneye atılan renklerin sıralamasının önemli olduğu ve belirli bir düzenin benimsendiği düşünülmektedir. Çoğu taraklı ebruda, koyu tonların alt katmanda, yani ilk uygulanan renk olarak yer aldığı gözlemlenirken; bunun tersine, açık renklerle başlayıp koyu tonlarla sonlanan uygulamalara da rastlanmıştır. Ayrıca, bu iki temel sıralamanın dışında farklı renk düzenlemelerinin de mevcut olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak, ustaların renk uyumuna büyük özen gösterdikleri ve mavi, sarı, kırmızı ile yeşil tonlarını bir arada uyum içinde kullandıkları görülmektedir. Bu durum, taraklı ebrunun estetik bütünlüğünde renk seçimlerinin önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

18. yüzyıl Osmanlı yazma eserlerinde önemli bir süsleme unsuru olarak karşımıza çıkan taraklı ebru, geleneksel ebru sanatının teknik çeşitliliğini ve estetik zenginliğini yansıtan özel bir formdur. Bu çalışmada toplam 1425 yazma eser incelenmiş; 82 farklı yazmada toplamda 170 adet taraklı ebru örneği tespit edilerek teknik ve biçimsel yönleriyle değerlendirilmiştir. Tarak dışı aralıklarına göre yapılan beşli sınıflandırma, hem yapım tekniklerinin çeşitliliğini hem de bu ebru türünün ne denli yaygın ve farklı biçimlerde kullanıldığını ortaya koymaktadır. Ayrıca aynı veya benzer teknikle yapılmış ebruların farklı zaman ve mekânlarda kullanılmış olması, bu kâğıtların atölyelerde önceden hazırlanıp depolandığını ya da satışa sunulurken farklı eserlerde değerlendirildiğini düşündürmektedir. Bu bağlamda, taraklı ebrunun yalnızca süsleme amacıyla değil, aynı zamanda yazma eserlerde görsel bütünlüğü sağlayan bir unsur olarak kullanıldığı söylenebilir. Hem biçimsel hem de teknik yönden taşıdığı çeşitlilik, bu ebru türünün dönemin sanat anlayışı içindeki yerini daha iyi kavramamıza katkı sağlamaktadır.

Taraklı ebrunun, özellikle çârküşe tekniğiyle yapılan ciltlerde yoğun olarak kullanıldığı, ayrıca mukavva ve ebrulu kâğıt kaplama yöntemlerinde de yer aldığı tespit edilmiştir. Yazma eserlerde kapak, mıklep, köstek ve mahfaza gibi farklı bölümlerde yaygın kullanımı, bu süslemenin esnekliğini göstermektedir.

Renk tercihlerinde mavi, sarı, kırmızı ve yeşil tonlarının uyumlu biçimde kullanıldığı, renk sıralamalarında belirli düzenler olduğu, ancak farklı varyasyonların da bulunduğu görülmüştür. Teknik açıdan ise farklı dış aralıkları ve çekim biçimleriyle çeşitlilik mevcuttur; bazı örnekler ustalıklı hazırlanırken, bazılarında acemilik izleri gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, taraklı ebru 18. yüzyıl Osmanlı sanatında önemli bir yer tutmakta olup, bu çalışma, ebru sanatının belgelenmesi ve gelecek araştırmalara altyapı oluşturması açısından da önem arz etmektedir.

## KAYNAKÇA

AÇIKGÖZOĞLU, A. S. (2011), Necmeddin Okyay'ın Eski Ebrulardan Örnekler Albümü, *Sanat Dergisi*, 18, 17-26, 16 Ocak 2019 tarihinde <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/29008> pdf adresinden alındı.

ARITAN, A. S. (2002), "Türk Ebru Sanatı", *Türkler*, 12, Yeni Türkiye Yayınları.

BARUTÇUGİL, H. (1999), *Renklerin Sonsuzluğu (Geleneksel Türk Ebru Sanatı)*, İstanbul, Yaşar Eğitim ve Kültür Vakfı.

BARUTÇUGİL, H. (2001), *Suyun Rüyası Ebru, Yaşayan Gelenek*, İstanbul, Ebristan Yayınları.

BAŞAR, F., TİRYAKİ, Y. (2000), *Türk Ebru Sanatı*, İstanbul, Gözen Yayınları.

BEGİÇ, H. N. (2015), "Unesco Dünya Kültürel Miras Listesinde Yer Alan Geleneksel Türk Ebru Sanatında Yeni Yorumlar", *Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, 37, 587-605.

ÇOKTAN, A. (1992), *Türk Ebru Sanatı*, İstanbul, Emekçin Matbaası.

DAĞLI, Ş. Z. (t.y.) "İslam ve Ebru Sanatında Soyutlama Düşüncesi Kapsamındaki Çalışmaların Modern Resim Sanatıyla Plastik Bağlamda İlintisi", 2(3), 74-99, *International Journal of Humanities and*



*Education*, 24 Ocak 2019 tarihinde <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/357556> pdf adresinden alındı

DERE, Ö. F. (2011), *Devlet-i Aliyye'den Günümüze Ebru Sanatı*, İstanbul, İnkılab Basım Yayım.

DERE, Ö. F. (2018), “Ebru Sanatında Desen Arayışları”, *6. Uluslararası Ebru Kongresi: Yüzeyin Ötesi=Beyond The Surface*, İstanbul, Ümraniye Belediyesi.

DERE, Ö. F. (2021), *Ebru*, Anadolu İmam Hatip Liseleri, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.

DERMAN, M. U. (1977), *Türk Sanatında Ebru*, İstanbul, Ak Yayınları Türk Süsleme Sanatları Serisi.

DERMAN, M. U. (1994), “Ebrunun Yapılışı ve Çeşitleri”, *Bilim ve Teknik*, 27(316), <https://services.tubitak.gov.tr/edergi/yazi.pdf?dergiKodu=4&cilt=27&sayi=316&sayfa=54&yaziid=7371>.

ELHAN, S. (1998), *Türk Ebru Sanatı; Tarihçesi-Yapım Teknikleri-Ebrucular*, Ankara, Murat Kitap ve Basın Yayın.

ERTAN, M. H. (t.y.), “Osmanlı Arşivinde Bulunan Ebru Örnekleri ve Sanat Tarihi Açısından Önemi”, 29 Eylül 2019 tarihinde [https://www.academia.edu/32197363/OSMANLI\\_AR%C5%9E%C4%B0V%C4%B0NDE\\_BULUNAN\\_EBRU\\_%C3%96RNEKLER%C4%B0\\_VE\\_SANAT\\_TAR%C4%B0H%C4%B0\\_A%C3%87ISINDAN\\_%C3%96NEM%C4%B0?auto=download](https://www.academia.edu/32197363/OSMANLI_AR%C5%9E%C4%B0V%C4%B0NDE_BULUNAN_EBRU_%C3%96RNEKLER%C4%B0_VE_SANAT_TAR%C4%B0H%C4%B0_A%C3%87ISINDAN_%C3%96NEM%C4%B0?auto=download) pdf adresinden alındı.

GÖKTAŞ, U. (1987), *Ebru Terimleri Sözlüğü*, İstanbul, Anadolu Sanat Yayınları,

GÜLGEN, H. (2016), “Türk Ebru Tarihi’nde Ustalar ve Üslup Değişimi”, *Uludağ Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 25(1), Bursa, Uludağ Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, 153-183.

KARACA, N. (2015), “Ebru: Suyu Akseden Düşler”, *TİDSAD Türk İslam Dünyası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(5), 41-57.

ÖZÇİMİ, M. S. (2011), *Levni'den Ebru'ya*, Konya, Konya Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü.

ÖZÇİMİ, S. (2007), “Geçmişten Geleceğe Türk Ebru Sanatı”, *İsmek Türk Kitap Sanatları Sempozyumu Bildirileri*, İstanbul, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Sanat ve Meslek Eğitimi Kursları (İsmek) Yayınları.

SÖNMEZ, G. (2007), *Gelenekselden Günümüze Ebru*, İstanbul, İnkılap Kitabevi.

TOKTAŞ, P. (2014), “Türk Ebru Sanatçılarının Kronolojik Olarak İncelenmesi”, *Akdeniz Sanat Dergisi*, 5(9), 123-132, 28 Ocak 2019 tarihinde <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/275409> pdf adresinden alındı.

WOOLNOUGH, C.W., (1881), *The Whole Art of Marbling*, Chiswick Press, London.

## Hıristiyanlıkta Dua Bezlerinin Tarihsel Gelişimi ve Dijital Dönüşümü

Azize UYGUN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>E-mail:azizeuygun@sdu.edu.tr; Süleyman Demirel Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, Felsefe ve Din Bilimleri Anabilim Dalı, Isparta / Türkiye, Orcid.org/0000-0003-4287-7700.

---

### Özet

Bu bildiri, Hıristiyanlık tarihinde “dua bezi” veya “şifa mendili” olarak bilinen nesnelerin tarihsel-gelişimsel seyrini, teolojik temellerini, psiko- sosyal işlevlerini ve günümüzdeki dijital dönüşümlerini incelemektedir. İlk yüzyıllardan itibaren Pavlus’un ter bezlerine atfedilen mucizevi güçlerden, Orta Çağ’daki reliq kültüne ve Protestan tartışmalarına, 20. yüzyıl Pentekostal hareketinin posta yoluyla ulaştırılan dua bezlerinden bugünün çevrimiçi dua bezi indirme formlarına uzanan geniş bir dönüşüm süreciyle karşılaşmaktadır. Ancak bu dönüşüm beraberinde teolojik sorular ve etik tartışmalar da getirmektedir. Dua bezinin şifa aracı değil, Tanrı’nın kudretine yönelen bir sembol olduğu vurgulanırken, bazı Evanjelistlerin bu nesneyi bağış karşılığı sunması, mucize pazarlama eleştirilerini doğurmuştur. Bu çalışma, dua bezinin fiziksel kumaştan sanal simgeye evrilerek dinî pratiğin ritüel, ekonomik ve kültürel boyutlarında nasıl çok yönlü bir dönüşüm yaşadığını ortaya koymaya çalışmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Dijital, Dinler Tarihi, Dua Bezi, Medya, Şifa Mendili.

---

### Abstract

This paper examines the historical and developmental trajectory, theological foundations, psychosocial functions, and current digital transformations of objects known as "prayer cloths" or "healing handkerchiefs" in Christian history. From the miraculous powers attributed to Paul's sweat cloths in the early centuries, to the relic cult and Protestant debates of the Middle Ages, from the mail-delivered prayer cloths of the 20th-century Pentecostal movement to today's online prayer cloth downloads, a vast transformation is evident. However, this transformation also raises theological questions and ethical debates. While it is emphasized that the prayer cloth is not a healing tool but a symbol of God's power, some evangelicals' offering of this object in exchange for donations has generated criticisms of miracle marketing. This study attempts to reveal how the prayer cloth, evolving from physical cloth to virtual symbol, has undergone a multifaceted transformation in the ritual, economic, and cultural dimensions of religious practice.

**Keywords:** Digital, History of Religions, Prayer Cloth, Media, Healing Handkerchief.

---

## GİRİŞ

Hıristiyanlık tarihinde maddi nesnelerin kutsalla ilişkilendirilmesi oldukça köklü bir geleneğe sahiptir. Özellikle aziz kalıntıları, haç parçaları, ikonalar ve çeşitli kutsal bezler, Tanrı'nın gücünün



maddesel dünyaya aktarılabileceğine dair inancı temsil etmektedir. Bu bağlamda dua bezleri “prayer cloths”, geçmişten günümüze Hıristiyanlar için hem bireysel hem toplu ibadet pratiğinde işlevsel ve sembolik öneme sahip objelerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu bezler “dua bezi”, “meshedilmiş mendil”, “kutsanmış bez” veya “iman bezi” gibi farklı adlarla anılmaktadır ve her bir isim, bezin hem işlevsel hem de ruhsal yönünü yansıtarak onun ibadet içindeki rolünü daha da pekiştirmektedir.(Blanton 2015:19)

Hıristiyan geleneğinde dokunma ve maddi nesnelere aracılığıyla kutsalın tecrübe edilmesi yeni bir olgu değildir. İncil’de İsa’nın cüppesinin eteğine dokunan bir kadının şifa bulması(Mar.5:24-34; Luk.8:42-48; Mat.9:19-22) veya Pavlus’un bedenine değen mendillerin hastaları iyileştirmesi(Elç.19:11-12) gibi anlatılar, fiziksel temas ve iman bağlantısının önemine işaret etmektedir.

Modern dönemde, dua bezlerinin kullanımı özellikle Pentekostal Hıristiyanlık çevrelerinde görünürlük kazanmış, medya üzerinden yaygınlaşarak sınırları aşan bir inanç pratiğine dönüşmüştür.(Lundmark 2015:58,67) Bu uygulama kapsamında dua bezleri genellikle kutsal yağ ile mesh edilmekte, üzerine dualar okunmakta ve şifa ya da koruma amacıyla inananlara dağıtılmaktadır.(Blanton 2015:21,58)

Bu bildirinin amacı, günümüz Hıristiyanlık pratiğinde dua bezlerinin işlevi, tarihsel süreçteki dönüşümünü izleyerek, dijital medya aracılığıyla nasıl dolaşıma sokulduğunu analiz etmektir. Araştırmanın problemi, dua mendilinin fiziksel ve sembolik boyutlarının çağdaş dijital inanç ortamlarında nasıl temsil edildiği, hangi formlarda sürdürülüp hangi yönlerden dönüştüğü üzerine odaklanmaktadır. Alan araştırmasına dayanmayan bu inceleme, çevrim içi içerikler (vaaz videoları, web sayfaları) üzerinden dijital bir etnografik yaklaşım benimsemektedir. Ayrıca literatür temelli vaka analizleriyle dua bezlerinin güncel anlamlandırma biçimleri değerlendirilecektir.

## **HIRİSTİYANLIKTA DUA BEZLERİNİN KISA TARİHİ**

Dua mendillerinin Hıristiyanlıkta ortaya çıkışı, doğrudan Yeni Ahit metinlerinde kayıtlı mucizevi bir uygulamaya dayandırılır. Havarı Pavlus’un eliyle “olağanüstü mucizeler” yapıldığı, hatta “Pavlus’un bedenine değen mendil veya bezlerin hastalara götürüldüğünde onların şifa bulup kötü ruhların çıktığı”(Elç.19:11-12) belirtilir.(Kane 2012:82) Bu metin, sonraki yüzyıllarda dua mendili pratiği için en önemli dayanak noktası olmuştur. İncil’de ayrıca İsa’nın giysisine dokunan kanamalı kadının anında iyileşmesi anlatısı da(Baert, Sidgwick, ve Kusters 2012:65) temas yoluyla gerçekleşen şifaya örnek gösterilmiştir.(Mar.5:24-34; Luk.8:42-48; Mat.9:19-22) Bir ortaçağ efsanesi olan Veronica’nın mendili hikâyesine göre ise, İsa’nın çarmıha giderken yüzünü sildiği bez parçasında onun mucizevi sureti belirmiş ve bu kutsal mendil imparator Tiberius’u cüzzamdan iyileştirmiştir.(Baert vd. 2012:78; Kane 2012:76) Her ne kadar bu anlatı apokrif kabul edilse de, kutsal bir yüzün veya bedenin izini taşıyan bir bezle şifa bulma fikri, sonraki yüzyıllarda dua mendili uygulamasıyla bir benzerlik göstermektedir. Bu tür anlatılar, erken dönem Hıristiyan topluluklarında Tanrı’nın kudretinin fiziksel objeler veya dokunuş aracılığıyla iletilebileceği inancını beslemiştir.

Havarilerin dönemi sonrasındaki Hıristiyan literatüründe ve uygulamalarında da benzer motiflere rastlanır. İlk yüzyıllardan Orta Çağ’a uzanan süre zarfında, kutsal kişilerin giysileri veya dokunduğu eşyaların hastalıkları iyileştirebileceği düşüncesi Hıristiyan halk dindarlığında kök salmıştır. Özellikle Roma İmparatorluğu’nun Hıristiyanlaşmasından sonra aziz ve şehitlerin kemikleri, giysi parçaları, mendilleri gibi reliklere duyulan rağbet artmıştır. İnsanlar uzak diyarlardan kutsal emanet olarak anılan

ve azizlerin bedenlerinden parçalar veya onlarla temas etmiş nesnelere olarak tanımlanan reliklerin bulunduğu kiliselere hac yolculukları yaparak şifa aramışlar, azizlerin mezarlarına veya reliklerine dokunarak ya da onlara değdirilmiş bez parçalarını üzerlerinde taşıyarak Tanrı'dan bir mucize beklemişlerdir.(Geary ve Appadurai 1986:169) Öte yandan Reform dönemi ilahiyatçıları bu tür uygulamalara şüpheyle yaklaşmış, Calvin ise bu uygulamayı sert bir dille eleştirmiştir.(Freeman 2012:237)

Bununla birlikte, Protestanlığın içindeki farklı akımlar zamanla çeşitlenmiş ve 18.-19. yüzyıllardaki uyanış hareketleri sırasında, başlangıçtaki katı tutum bir parça esnemiştir.(Kane 2012:77; Porterfield 2005:25) Bu bağlamda, Protestan ana akımında resmi bir dua mendili pratiği olmasa da, kimi bağımsız veya evanjelik topluluklarda hastalara dua mektupları, kutsanmış mendiller gönderme gibi uygulamalar görülmeye başlanmıştır. Bu dönemde Amerika'da "imanla şifa" kampları kuran Dr. Charles Cullis, hastalara posta yoluyla kutsanmış mendiller göndermesiyle bilinir.(Kane 2012:77) Özellikle Anglosakson dünyada Edward Irving (1830'lar) gibi öncü vaizler Ruh'un armağanlarını ve mucizeleri yeniden gündeme taşırken, Dr. Charles Cullis gibi kişiler 1870'lerden itibaren "imanla şifa" toplantıları düzenleyerek el koyma ve meshetme gibi uygulamaları Protestan çevrelere yeniden kazandırmaya çalışmışlardır. Protestan geleneği dışında doğan Mormon hareketinin kurucusu Joseph Smith'in bile 1839 yılında hasta iki çocuğa dua edilmiş bir mendil gönderdiği kayıt altına alınmıştır.(Kane 2012:77; South ve Wells 2019:653)

Katolik uygulamada, Orta Çağ boyunca sayısız insan, aziz mezarlarından alınmış parçacıklar veya azizlerin giysilerinden koparılan küçük bez parçalarını yanlarında taşıyarak koruma ve şifa aramıştır.(Classen 2012:39) Örneğin, Katolik geleneğinde keşiş St. Francis'in cüppesi, Aziz Antuan'ın cübbesinden iplikler gibi objeler yüzyıllar boyunca hastalara dokundurularak şifa umulmuştur. Bugün Katoliklikte Veronica'nın Mendili (İsa'nın çehresinin mucizevi bir suretinin bulunduğu inanılan bez) ve Torino Kefeni (İsa'nın bedeninin sarıldığı düşünülen keten bez) gibi kumaş relikler en kutsal emanetler arasında yer almakta ve günümüzde bile hacılar tarafından ziyaret edilip hürmet gösterilmektedir.(Rinaldi 1934:685)

Dua mendillerinin belirgin ve sistematik bir uygulama haline gelişi, esasen Pentekostal hareketin doğuşuyla paraleldir. 1906'da Los Angeles'ta başlayan Azusa Street Uyanışı, Kutsal Ruh'un güç gösterilerine yaptığı vurgu ile tanınmaktadır.(Moodley ve West 2005:148) Azusa Street'teki toplantılarda, lider William J. Seymour ve yardımcıları, kendilerine mektupla ulaşan hastalara düzenli olarak dua etmiş ve bez parçaları postalamaya başlamışlardır. Seymour'un yayınladığı The Apostolic Faith dergisinin ilk sayılarında, dünyanın her yerinden insanların kurtulduğu, kutsallaştığı, Kutsal Ruh'la dolduğu ve her türlü hastalıktan iyileştiği anlatılırken bu iyileşmelerin bir kısmının uzaktan gönderilen dua mendilleri aracılığıyla gerçekleştiği belirtilir.(Kane 2012:78) İnsanlara mektupla mendiller, küçük bez parçaları veya önlükler yollanmış, bunların üzerine dua edildikten sonra geri gönderilmiş ve ardından bu bezin ulaştığı hastaların iyileştiğine dair çok sayıda rapor derginin ilerleyen sayılarında yayınlanmıştır. (Kane 2012:77-78)

Pentekostal hareket, Azusa'dan sonra dünyaya yayılırken dua mendili uygulamasını da beraberinde taşımıştır. Örneğin, İngiltere'de Pentekostal öncülerden Alexander A. Boddy, 1910'larda Confidence dergisinde mucizevi şifa hikâyelerine yer verirken, kendisine başvuran bazı kişilere dua edilmiş mendiller gönderdiğini kaydetmiştir. 1920'lere gelindiğinde, İngiliz Elim Hareketi'nin yayın organı



Elim Evangel dergisi de benzer şekilde dua mendiliyle şifa bulunduğunu bildiren vakaları yayımlamış ve bu uygulamayı Elçilerin İşleri 19:12 ile temellendirmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde Assemblies of God gibi kiliselerin yayınlarında da 1930'lar-1960'lar arasında zaman zaman bu tür uygulamalara rastlanmıştır. Pentekostalizmin coğrafi genişlemesiyle birlikte, Hindistan'dan Güney Afrika'ya kadar pek çok ülkede misyonerler aracılığıyla dua mendilleri dağıtıldığına dair kayıtlar bulunmaktadır. Örneğin 1950'lerde Hong Kong'da düzenlenen büyük bir uyanış toplantısında, 15.000'den fazla mendil getirilip her akşam üzerlerine topluca dua edildikten sonra zarflarla sahiplerine postalanmış, bu organizasyon için altı görevlinin üç hafta boyunca tam mesai çalışması gerekmiştir.(Kane 2012:77-78)

Dua mendillerinin pratiği 20. yüzyıl boyunca gelişen kitle iletişim araçlarıyla birlikte önemli bir dönüşüm yaşamıştır. Geleneksel olarak bir kilise cemaatiyle yüz yüze ibadet bağlamında gerçekleşen bu uygulama radyo, televizyon ve kitle posta ağlarının devreye girmesiyle coğrafi engelleri aşarak çok daha geniş kitlelere ulaşmıştır. Özellikle 20. yüzyıl ortalarında Kuzey Amerika'da "televangelist" olarak anılan vaizlerin ortaya çıkışı, dua mendillerinin yaygınlaşmasında büyük rol oynamıştır.(Kane 2012:85) Radyo yayıncılığı, ilk etapta Pentekostal mesajın yayılması için kullanıldığında, vaizler uzaktaki dinleyicilere de dua hizmeti sunabilmek için posta yoluna başvurmuştur. Özellikle II. Dünya Savaşı sonrasında ABD'de ortaya çıkan "şifa vaizleri" dalgası, dua mendili kullanımını daha da popüler hale getirmiştir. Bu dönemin önde gelen isimleri arasında William Branham, A.A. Allen, Oral Roberts, T.L. Osborn ve Jack Coe gibi vaizler yer almaktadır. Branham, 1940'ların sonundan itibaren ülke çapında çadır toplantıları düzenlerken, katılmayan kalabalıklar için yüzlerce mendili dua edip postalamasıyla ün salmış isimler arasında yer almıştır.(Blanton 2015:23-25) Branham, her bir hastanın mektubuna dokunup dua ettiği küçük bezleri paketleyerek göndermiş ve radyo programlarında bu mendilleri bedenlerindeki hasta bölgelere iğnelemelerini, Tanrı'dan aynı anda şifa dilemelerini tavsiye etmiştir.(Baert vd. 2012:88; Kane 2012:80)

Televizyon çağı, dua mendili hizmetini daha da görünür ve kurumsal hale getirmiştir. 1950'lerden itibaren televizyona çıkan Pentekostal vaizler, programlarında sık sık Elçilerin İşleri 19:11-12'ye atıf yaparak izleyicilere dualı mendiller gönderebileceklerini duyurmuşlardır.(Blanton 2015:23-25) Oral Roberts bunun en çarpıcı örneklerinden biridir. Televizyon programlarında mucize hikâyeleri paylaşırken ekranda seyircilere "şu an bizi arayın, sizin için dua edilmiş bir iman mendili gönderelim" çağrılarını yapmıştır. Roberts'ın Eşi Evelyn Roberts'ın liderliğinde gönüllüler, eski yatak çarşaflarını makasla küçük parçalara bölmüş, her bir parçayı posta şartlarına uygun tek tip boyutta hazırlamışlardır.(Kane 2012:81) Bu mendillerin üzerlerine, Roberts'ın talimatıyla şu cümle basılmıştır: "Bu mendil üzerinde senin için dua ettim, Tanrı'nın seni kurtarması için - iman noktası olarak kullan (Elç.İşl. 19:11-12). Oral Roberts, Tulsa 2, Oklahoma". Devamında ise, "Mendili illa üzerinde taşıman gerekmez, ama istersen taşıyabilirsin. Birden fazla kişi için ya da tekrar tekrar da kullanılabilir. Daha fazla mendile ihtiyacın olursa göndermekten memnuniyet duyarım. En önemlisi, bu mendili Tanrı'ya imanının bir temas noktası yapmandır. Dua edip bu mendili bedenine koyduğunda Rab'bin tam o anda seni iyileştireceğine inanmalısın. Ben bu mendil üzerine senin için Nasıralı İsa'nın adıyla dua ettim, onu bedenine uyguladığında O'nun seni iyileştirmesi için talepte bulundum." şeklinde ayrıntılı bir yönlendirme de eklenmiştir. Kısa sürede talebin patlaması sonucu, mendil kesme işini manuel olmaktan çıkarıp matbaalara yaptırmaya başlamışlar;(Blanton 2015:23,63) hatta mendillerin kenarları Evelyn'in ilk kullandığı pembe tırtıklı makas izlerini taklit edecek şekilde zikzak desenli üretilmiştir ki, bu hem kumaşın sökülmesini engellemiş hem de dokunulduğunda özgün bir his vermesi sağlanmıştır. Oral Roberts'ın organizasyonu, her ay yüz binlerce mendili ABD'nin dört bir yanına ve denizaşırı ülkelere



göndererek belki de tarihte ilk kez bu ölçekte bir kitlesel kutsal nesne dağıtımını gerçekleştirmiştir.(Blanton 2015:22,62)

Televizyon vaizleri arasında dua mendilini kullanan tek isim Roberts değildir. A.A. Allen kendi yayınlarında mucizeye tanık olmanın bir yolu olarak mendil göndermeyi teşvik etmiş;(Kane 2012:80-81) Rex Humbard, W.V. Grant, Peter Popoff(Blanton 2015:188) gibi isimler de izleyicilere ücretsiz kutsanmış mendil veya benzeri nesnelere vademiştir. Ancak burada dikkat çeken bir husus, bazı televangelistlerin bu uygulamayı bağış toplama amacıyla da kullanmasıdır. Örneğin, 1980’lerde bazı yayınlarda “şu numarayı arayın, ücretsiz dua mendilinizi alın” denirken, arayan kişilere bağış yaparlarsa daha fazla kutsanacakları ima edilmiş veya mendille birlikte gönderilen mektuplarda “iman tohumu” bağışı yapma çağrısı yer almıştır.(Kane 2012:85) Bu durum, dua mendilinin maddi istismar aracı olarak kullanıldığı izlenimini doğurarak ciddi eleştirilere yol açmıştır. Kimi kötü şöhretli vakalarda, sahte mucizelerle ünlenen tele-vaizlerin sahnede ceketini sallayarak insanları yere devirmesi, suya batırılmış mendilleri “İsa’nın gözyaşları” diye pazarlaması gibi uç örnekler kamuoyunda alay konusu olmuş ve genel olarak dua mendili pratiğinin itibarını zedelemiştir. Bu nedenle, 1990’lardan itibaren ana akım Pentekostal kiliselerin bir kısmı bu uygulamadan geri durmayı tercih etmiş, onu daha çok marjinal TV vaizlerine özgü bir fenomen olarak görmeye başlamıştır.(Kane 2012:75)

Özellikle Pentekostal hareket içinde dua mendilleri, 20. yüzyılın ilk yarısında bir alamet-i farika haline gelmiş, ne var ki sonraki yıllarda bazı kesimlerde popülaritesi azalmıştır. Yine de günümüzde gerek Amerika’da gerek küresel Güney’de birçok bağımsız kilise ve vaiz, dua mendillerini fiziksel şifa ve kurtuluş hizmetlerinin ayrılmaz bir aracı olarak kullanmaya devam etmektedir.

## **DİJİTAL VE SANAL DUA BEZLERİ**

21. yüzyılın dijital devrimi, dini pratikleri dönüştürürken dua mendili geleneğine de yeni boyutlar eklemiştir. İnternet, e-posta,(Blanton 2015:22,62) sosyal medya(The Prayer Cloth: An Aid To Faith - Church Of God In Christ 2021a) ve akıllı telefon(Freedom Prayer - Google Play’de Uygulamalar t.y.) uygulamaları aracılığıyla dua talepleri iletmek, hatta kutsal kabul edilen nesnelere talep etmek artık birkaç tık mesafededir.(Blanton 2015:25; Kane 2012:85) Geleneksel olarak bir mektupla veya telefon aramasıyla yapılan dua mendili siparişi, bugün bir web formu doldurularak anında gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin Amerikalı vaiz David E. Taylor, kendi hizmetine ait internet sitesine “Free Miracle Prayer Cloth”(Get Your Free Miracle Prayer Cloth - Expect a Miracle Today! Click Here - Apostle David E. Taylor [Official Site] t.y.) Ücretsiz Mucize Dua Mendili başlıklı bir sayfa koymuş ve “Bu linke tıklayarak herkese bir dua mendili göndermemi Rab bana söyledi” diyerek ziyaretçilerine dua mendili vaadinde bulunmuştur. Siteye girip iletişim bilgilerini bırakanlardan kargo ücreti dışında bir talep olmaksızın dua mendilleri postalanmakta, Taylor, gönderdiği pakete Elçilerin İşleri 19:11-12’yi alıntılıyan bir not ekleyerek alıcıya mendili ağırlı veya hasta bölgeye koyup Tanrı’ya şifa için güvenmesini telkin etmektedir.

Dijital iletişim, coğrafi engelleri ortadan kaldırırken dua mendili pratiğinin topluluk boyutunu da sanal ortama taşımıştır. Sosyal medya üzerinden binlerce insan, bir şifa vaizinin canlı yayını izlerken aynı anda yorumlara dua taleplerini yazmakta vaiz, kameralar karşısında elindeki mendile dualar edip ekrandan izleyicilere doğru uzatarak “şimdi bu duaya imanla katılın, ekrana elinizi uzatın veya evinizde bir mendil varsa çıkarın” gibi yönlendirmeler yapmaktadır. Böylece ekran başındaki inananlar, fiziksel



olarak bir mendile sahip olmasa bile, herhangi bir bez parçasını sembolik olarak kullanarak veya doğrudan ekrana dokunarak, tıpkı bir dua mendiline dokunur gibi dua edebilmektedir.(LivePrayer | The First Global Prayer Meeting t.y.; WatchPastorChris 2025) Geleneksel cemaat pratikleri çevrimiçi ortama uyarlanmakta, dijital araçlar ibadetin parçası haline gelmektedir.

2020 yılında Amerikalı bir evanjelist olan Rod Parsley, Covid-19 pandemisi döneminde kilisesinde düzenlediği yıllık dua mendili takdisi ayinini genişleterek iki güne çıkarmış ve çevrimiçi canlı yayımla dünyaya açılmıştır.(What is a prayer cloth? t.y.) Bu etkinlikte Parsley, kilisesinin sunağına gelemeyen binlerce kişi için onlar adına fazladan mendiller koyduklarını, bu mendillerin de toplantıda yağlanıp dua edilerek her talep eden izleyiciye postalanacağını duyurmuştur. İnternet üzerinden form doldurarak başvuran kişiler, ayın sonrası bu mendilleri almışlardır. Parsley'nin sitesindeki çağrı metni, Elçilerin İşleri'ndeki Pavlus örneğini hatırlatıp "2020 gibi kaotik bir yılda, dua mendilinin gücüne her zamankinden fazla ihtiyacımız var" diyerek izleyicileri katılıma teşvik etmiş, mendili "mucizeler için bir temas noktası" olarak görmelerini istemiştir.(Be Made Whole Prayer Cloth Service t.y.) Bir yandan televizyon ve internet üzerinden binlerce insan aynı anda dua mendili ayinine sanal olarak katılabilirken,(Lundmark 2015:71) diğer yandan fiziksel mendiller tek tek o insanlara ulaştırılmaktadır. Yani teknoloji değişse de kutsal kabul edilen nesne ve dokunma ihtiyacı baki kalmaktadır.

Mobil uygulamalar da bu sürecin bir parçasıdır. Bugün birçok kilisenin veya hizmet grubunun mobil uygulamalarında(Freedom Prayer - Google Play'de Uygulamalar t.y.; PrayerMate - Christian Prayer App t.y.) "dua isteği gönder" butonları bulunmaktadır. Bu yolla iletilen istekler, kilisenin fiziki mekânında toplu dualarda anılmakta veya bazı durumlarda ilgili kişiye posta ile bir dua nesnesi yollanmaktadır. Hatta bazı kiliseler, mobil uygulama üzerinden sanal "dua zincirleri" kurarak, belirli zamanlarda uygulama kullanıcılarına bildirim gönderip eş zamanlı dua etmelerini sağlamak ve kullanıcılarına sembolik jestler önermektedir (o an yanında bir mendil veya bez parçası varsa tutması gibi).(Allred 2021) Sosyal medya platformlarında ise "#PrayerCloth" etiketiyle insanlar aldıkları dua mendillerinin fotoğraflarını paylaşmakta, deneyimlerini birbirine aktarmaktadır.(What is a prayer cloth? t.y.) Sending Troops Prayers sitesi ise, 25.000'den fazla cep boyu dua bezini askerlere ulaştırdığını ifade etmekte, kullanım talimatlarını ve desen şablonlarını HTML sayfasında paylaşmaktadır.(Prayer Cloth Patterns and Information t.y.)

Dijital teknoloji aynı zamanda dua mendili gönderiminin hızını ve erişimini maksimize etmiştir. Artık bir kişi, dünyanın herhangi bir yerinden, birkaç dakika içinde bir kilisenin web sitesine girip dua mendili talep edebilmekte ve kısa sürede kargosunu teslim alabilmektedir.(Free Prayer Cloth t.y.; Prayer Cloth 2021; Prayer Cloths | t.y.) Önceden haftalar süren posta yazışmaları, şimdi e-postayla anlık iletişime dönmüştür. Bu da, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, yerel pastorlerin kendi internet siteleri üzerinden bu tür pratikleri benimsemesine yol açmıştır.(The Prayer Cloth: An Aid To Faith - Church Of God In Christ 2021b) Ancak bu durum bazı kaygıları da beraberinde getirmiştir. Özellikle Afrika ve Asya'da, sayıları hızla artan "peygamber" unvanlı vaizlerin, internette ve televizyonlarda açıkça muskaya benzer nesnelere pazarlaması,((20+) Video | Facebook t.y.-a) Hıristiyanlık ile yerel büyü-tılsım kültürünün iç içe geçtiği endişesini doğurmuştur. Örneğin Nijerya'da Prophet TB Joshua, Emmanuel TV adlı kanalı ve YouTube yayını aracılığıyla meshedilmiş su, yağ, çıkartma (sticker) gibi nesnelere dağıtmıştır.((20+) Video | Facebook t.y.-b; Elizabeth 2021) Bunlardan birinin de özel dua edilmiş mendiller olduğu ifade edilmektedir. Gana'lı din adamı Edward Agboada ise günümüzde bazı papazların devasa kiliseler kurma ve kitleleri elde tutma arzusuyla büyücülerle anlaşarak muskalar edindiğini, bunları kutsal su,

meshedilmiş yağ, mendil, bileklik, parfüm, çıkartma gibi biçimlerde cemaatlerine sunduğunu ifade ederken, bu gibi yöntemlerin Hıristiyanlık adı altında aslında birer “tılsım” işlevi gördüğünü vurgulamıştır.(Carter 2020:275) Bu eleştiriler, dijital çağda dua mendili ve benzeri uygulamaların sınırlarının bulanıklaştığına dikkat çekmektedir. Yine de pek çok inanır için dijital iletişim sayesinde bir tıkla ulaştığı dua mendili, modern çağın stres ve belirsizlikleriyle başa çıkmak için manevi bir tutamak olmayı sürdürmektedir. Teknoloji, bu eski pratiği ortadan kaldırmamış, bilakis ona yeni dolaşım yolları açmıştır.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma, Hıristiyanlık geleneğinde dua bezinin hem maddi hem sembolik düzlemde tarihsel olarak taşıdığı işlevleri ortaya koymuş; dijital çağda bu işlevlerin dönüşerek farklı biçimlerde varlığını sürdürdüğünü göstermiştir. İlk Hıristiyan topluluklarda mucizevi şifa ile ilişkilendirilen bez parçaları, Orta Çağ’da relik kültürüyle bütünleşmiş, modern dönemde ise özellikle Pentekostal hareketlerde hem maddi hem de medya aracılı şifa nesnesi olarak yeniden işlev kazandırılmıştır. Bugün internet siteleri, sosyal medya platformları ve mobil uygulamalar aracılığıyla dua mendilleri doğrudan fiziki olarak talep edilebilmekle birlikte dijital formlarda sembolik olarak deneyimlenmektedir. “Ekranla el uzatma”, “yorumlara ‘Amen’ yazma”, “evdeki mendili kullanma” gibi eylemler, dua bezinin temsil ettiği kutsanmış temas fikrinin dijital karşılıklarını oluşturmaktadır.

Bu bulgular ışığında, dua bezleri gibi somut inanç nesnelere dijital dönüşümü, sadece teknolojik bir adaptasyon değil, aynı zamanda günümüz Hıristiyan dindarlığında beden, medya ve iman ilişkisinin yeniden kurgulandığı bir sürece işaret etmektedir. Bu bağlamda önerimiz, dijital dua pratiklerinin medya antropolojisi ve post-seküler ritüel çalışmaları perspektiflerinden de disiplinler arası olarak incelenmesidir. Ayrıca, dua mendili gibi maddi inanç nesnelere istismar edilme riskine karşı, özellikle Afrika ve Asya’daki hareketlerde gelişen dijital tılsımcılık eğilimlerinin teolojik ve etik açıdan daha derinlikli biçimde tartışılması gerektiği düşünülmektedir. Bu tür çalışmalar, modern dindarlığın araç ve sembol düzeyinde de nasıl dönüştüğünü anlamaya katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

Baert, Barbara, Emma Sidgwick, ve Liesbet Kusters. 2012. “Who Touched my Clothes?": The Healing of the Woman with the Haemorrhage (Mark 5 24b–34; Luke 8 42b–48; Matthew 9 19–22) in Early Medieval Visual Culture”. *Journal for Religion and Health* 51(3):663-81. doi:10.1007/s10943-011-9520-0.

Blanton, Anderson. 2015. *Hittin’ the Prayer Bones: Materiality of Spirit in the Pentecostal South*. Chapel Hill: The University of North Carolina press.

Carter, John W. 2020. *Light in a Once-Dark World: Contemporary Issues in Nigerian Christianity*. C. 3. S.I.: Admit Hub Ref Service PR.

Classen, Constance. 2012. *The Deepest Sense, A Cultural History of Touch*. United States of America. USA: University of Illinois Press.

Freeman, Charles. 2012. *Holy Bones, Holy Dust, How Relics Shaped the History of Medieval Europe*. USA: Yale University Press.



Geary, Patrick, ve Arjun Appadurai. 1986. “Sacred Commodities: the Circulation of Medieval Relics”. içinde *The Social Life of Things Commodities in Cultural Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.

Kane, Gregory. 2012. “Anointed Prayer Handkerchiefs – Are We Missing a Paradigm for Healing?” *Journal of the European Pentecostal Theological Association* 32(1):75-86. doi:10.1179/jep.2012.32.1.007.

LivePrayer | The First Global Prayer Meeting. t.y. Geliş tarihi 24 Temmuz 2025. <https://liveprayer.com/>.

Lundmark, Mikael. 2015. “Religious Objects and the Coping Process: Case Studies on Prayer Cloths as Transitional Objects in Religious Coping”. *Archive for the Psychology of Religion* 37(1):54-83. doi:10.1163/15736121-12341301.

Moodley, Roy, ve William West, ed. 2005. *Integrating Traditional Healing Practices into Counseling and Psychotherapy*. Multicultural aspects of counseling and psychotherapy. Thousand Oaks, Calif: Sage Publications.

Porterfield, Amanda. 2005. *Healing in the History of Christianity*. Oxford ; New York: Oxford University Press.

Rinaldi, Peter M. 1934. “The Holy Shroud”. *The Sign* 13(11):685-88.

South, Kristin H., ve Anita Cramer Wells. 2019. “Clothing and Textiles in the New Testament”. Ss. 638-58 içinde *New Testament History, Culture, and Society: A Background to the Texts of the New Testament*, editör L. H. Blumell. Provo, UT; Salt Lake City, UT: Religious Studies Center, Brigham Young University; Deseret Book.

### **İnternet Kaynakları**

Allred, Katie. 2021. “Apps to Use for Online Prayer Requests”. <https://churchcommunications.com/apps-to-use-for-online-prayer-requests/>.

Be Made Whole Prayer Cloth Service. t.y. Geliş tarihi 25 Temmuz 2025. <https://www.rodparsley.com/prayercloth>.

Elizabeth. 2021. “God’s Power in The New Anointing Water and Sticker”. <https://www.scoan.org/gods-power-in-the-new-anointing-water-and-sticker/>.

Free Prayer Cloth. t.y. Geliş tarihi 24 Temmuz 2025. <https://www.hellenthomas.org/free-prayer-cloth.html>.

Freedom Prayer - Google Play’de Uygulamalar. t.y. Geliş tarihi 24 Temmuz 2025. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.freedomapp&hl=tr>.

Get Your Free Miracle Prayer Cloth - Expect a Miracle Today! Click Here - Apostle David E. Taylor [Official Site]. t.y. Geliş tarihi 24 Temmuz 2025. <https://joshuamediaministries.org/free-miracle-prayer-cloth/>.



Prayer Cloth. 2021. <https://cfan.org.uk/free-offer/prayer-cloth>.

Prayer Cloth Patterns and Information. t.y. Geliş tarihi 25 Temmuz 2025. <https://sendingtroopsprayers.bravehost.com/prayercloth.html>.

Prayer Cloths |. t.y. Geliş tarihi 24 Temmuz 2025. [https://healingrooms.com/en/prayer-cloths/?utm\\_source](https://healingrooms.com/en/prayer-cloths/?utm_source).

PrayerMate - Christian Prayer App. t.y. Geliş tarihi 24 Temmuz 2025. <https://www.prayermate.net/app>.

The Prayer Cloth: An Aid To Faith - Church Of God In Christ. 2021a. <https://www.cogic.org/the-prayer-cloth-an-aid-to-faith/>.

WatchPastorChris, dir. 2025. *Concluding Session: Global Day of Prayer With Pastor Chris || June 28th*.

What is a prayer cloth? t.y. Geliş tarihi 25 Temmuz 2025. <https://www.gotquestions.org/prayer-cloth.html>.

(20+) Video | Facebook. t.y.-a. Geliş tarihi 24 Temmuz 2025. <https://www.facebook.com/watch/?v=410607270173406>.

## Ortaokul Matematik Öğretmeni Adaylarının Algoritmik Gösterim Yöntemleriyle Problem Çözme Becerilerinin İncelenmesi

Ebru MUTLU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>E-mail: [emutlu@pau.edu.tr](mailto:emutlu@pau.edu.tr) ; Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen ve Matematik Eğitimi Bölümü, Denizli / Türkiye.

---

### Özet

Günümüz matematik öğretiminde, yalnızca doğru sonuca ulaşmak değil; problem çözme süreçlerinin anlaşılır biçimde yapılandırılmasına da vurgu yapılmaktadır. Özellikle ortaokul matematik öğretmeni adaylarının, temel aritmetik ve cebirsel ifadelerle işlem yaparken bu süreci açık, sistematik bir şekilde, algoritmayı ve algoritmik düşünmeyi kullanarak ifade edebilmesi kavramsal anlama yeterliliği açısından önemli bir rol oynamaktadır. 2024 Ortaokul Matematik Öğretim Programı'nda, 7. sınıf İşlemlerle Cebirsel Düşünme ve Değişimler teması kapsamında, öğrencilerin temel aritmetik ve cebirsel ifadeler içeren durumları algoritmik gösterim yöntemlerini kullanarak kavramsallaştırmaları ve yapılandırmaları amaçlanmaktadır. Bu çalışmanın amacı ortaokul matematik öğretmeni adaylarının algoritmayı kullanma becerilerini ortaya çıkarmaktır. Bu amaçla çalışmada, üçüncü sınıfı tamamlayan ortaokul matematik öğretmeni adaylarının tasarladıkları bir gerçek yaşam problemini, algoritma kullanarak nasıl çözdükleri incelenmiştir. Öğretmen adaylarının bu süreçte, ilk olarak tasarladıkları gerçek yaşam problemine yönelik yazdıkları sözde kod ve oluşturdukları akış şemasını araştırılmıştır. Araştırma nitel araştırma yöntemlerinden birisi olan durum çalışması desenine dayalı olarak bir devlet üniversitesinin üçüncü sınıfını tamamlayan 42 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. İçerik analizi kullanılarak, öğretmen adaylarının tasarladıkları gerçek yaşam problemlerine yönelik sözde kod yazma ve akış şeması oluşturma durumları çerçevesinde ayrıntılı olarak incelenmiştir. Öğretmen adayları genel olarak gerçek yaşam problemleri oluşturabilmişlerdir. Ancak problemlere uygun olacak şekilde sözde kod ve akış şeması yazarken, basamakları ve değişkenleri tanımlamada hatalar yaptıkları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının bu eksikliklerini giderebilmek amacıyla, sözde kod ve akış şeması kullanımının yalnızca teknik düzeyde değil, aynı zamanda öğretimsel bağlamda da deneyim kazandıracak uygulamalarla desteklenmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Akış şeması, algoritma, matematik öğretmeni adayı, sözde kod.

---

### Abstract

In contemporary mathematics education, emphasis extends beyond merely obtaining correct solutions to include the clear and systematic structuring of problem-solving processes. This is especially important for middle school mathematics pre-service teachers, who must demonstrate conceptual understanding by utilizing algorithms and algorithmic thinking when working with basic arithmetic and algebraic expressions. In the 2024 Middle School Mathematics Curriculum, under the 7th-grade theme Operations in Algebraic Thinking and Change, the objective is to enable students to conceptualize and structure situations involving basic arithmetic and algebraic expressions using algorithmic representation methods. This study aims to explore the algorithm usage competencies of

middle school mathematics pre-service teachers. For this purpose, the study examined how middle school mathematics pre-service teachers, who had completed their third year, solved a real-life problem they designed by using algorithms. The research was conducted with 42 pre-service teachers who had completed their third year at a public university, based on a case study design, which is one of the qualitative research methods. The pre-service teachers' abilities to write pseudocode and create flowcharts for the real-life problems they designed were examined in detail using content analysis. Pre-service teachers were generally successful in formulating real-life problems; however, it was observed that they encountered difficulties and made mistakes in defining procedural steps and variables when developing corresponding pseudocode and flowcharts. To address these deficiencies of pre-service teachers, it is recommended that the use of pseudocode and flowcharts be supported not only at a technical level but also through activities that provide experiential learning within an instructional context.

**Keywords:** Flowchart, algorithm, pre-service mathematics teacher, pseudocode.

---

## GİRİŞ

Günümüzde matematik öğretiminde yalnızca doğru sonuca ulaşmak değil; problem çözme süreçlerinin anlaşılır biçimde yapılandırılmasına da vurgu yapılmaktadır (Ball, 2003). Özellikle ortaokul matematik öğretmeni adaylarının, temel aritmetik ve cebirsel ifadelerle işlem yaparken bu süreci açık, sistematik bir şekilde, algoritmayı ve algoritmik düşünmeyi kullanarak ifade edebilmesi kavramsal anlama yeterliliği açısından önemli bir rol oynamaktadır (Cai & Moyer, 2008). Algoritma, problemi sistematik ve mantıklı adımlarla çözme süreci olarak tanımlanmaktadır (Knuth, 1997). Algoritmik düşünme ise problemi çözmek için adım adım plan oluşturma ve bu planı açık biçimde yazılı ya da görsel olarak ifade etme becerisidir (Lesh & Doerr, 2003). Algoritmanın bir düşünme ve ifade etme aracı olarak kullanılabilmesi; öğretim süreçlerinde öğrencilerin sistemli düşünme, hata ayıklama ve çözüm yollarını değerlendirme gibi beceriler kazanmalarını sağlamaktadır (Grover & Pea, 2013). Öğrenciler algoritmayı oluştururken, problem üzerinde test etme ve elde edilen veriler neticesinde algoritmayı yeniden düzenleme gibi bir süreç içinde olurlar (Moala, 2021). Bu bağlamda Milli Eğitim Bakanlığı (2024) ortaokul matematik öğretim programında, 7. sınıfta işlemlerle cebirsel düşünme ve değişimler teması içeriğinde öğrencilerin temel aritmetik ve cebirsel ifadelerle işlem içeren durumlarda bu süreci algoritma ifade yöntemlerini kullanarak yapılandırmalarını amaçlamaktadır. Ayrıca bu süreci değerlendirilmesinde açık uçlu soruların kullanılabilceğini belirtmektedir. Öğrencilerin karşılaştıkları açık uçlu sorular genellikle problemler olarak bilinmektedir. Problem genel olarak günlük yaşamda karşılaşılan güçlük, engel ve çözülmesi gereken durumlar olarak tanımlanmaktadır (Choi & Hannafin, 1995). Problemin çözümünün temelinde istenilen hedefe ulaşmak için tüm ihtimallerin dikkate alınarak problemi çözmeyi sağlayan algoritma sistematik bir bakış açısı oluşturmaktadır. Çözüme ulaşmak için ise bu süreçte planlama ve izlenmesi gereken yolun gerekliliği algoritmanın önemini ortaya çıkarmaktadır (Aytekin, Çakır, Yücel & Kulaöz, 2018). Algoritma oluştururken kullanılan araçlar arasında sözde kod (pseudocode) ve akış şemaları (flowcharts) önemli yer tutmaktadır. Sözde kodun problemi açıkça tanımlandığı, programlamaya yeni başlayanlar için daha çok kullanıldığı belirtilmektedir (Oda, Fudaba, Neubig, Hata, Sakti, Toda & Nakamura, 2015). Akış şeması da problemi çözmeye kolaylık ve eğlenceli bir hal almasını sağlayan teknikler arasında yer almaktadır (DeCaprio, 1981, Sezgin-Selçuk, Çalışkan & Erol, 2007). Alanyazın incelendiğinde algoritmaların genellikle

bilgisayar programlarını içeren çalışmalarda yer verildiği (Koca, 2020; Namlı& Şahin,2017; Portela, Vasconcelos, Oliveira, & Souza, 2021; Tanel & Kurt, 2022; Üngör, Korkmaz, Çakır & Erdoğmuş, 2022) görülmektedir. Matematik öğretmeni adaylarının problem çözerken algoritmayı nasıl kullandıklarını belirleyen çalışmalarda eksiklik olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının algoritma kullanarak problem çözme sürecinde sistematik bir yol izlemeye yardımcı olması bu becerilerin gelişimi açısından önemini ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmanın amacı ortaokul matematik öğretmeni adaylarının algoritmayı kullanma becerilerini ortaya çıkarılmasıdır. Bu amaçla çalışmada, üçüncü sınıfı tamamlayan ortaokul matematik öğretmeni adaylarının tasarladıkları gerçek yaşam problemini, algoritma kullanarak nasıl çözdükleri incelenmiştir. Öğretmen adaylarının bu süreçte ilk olarak tasarladıkları gerçek yaşam problemine uygun nasıl sözde kod yazdıkları ve ardından akış şemasını nasıl oluşturdukları araştırılmıştır.

## YÖNTEM

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Nitel araştırma, kelimeler ya da gözlemler gibi ölçülmesi zor olan niteliklerin yorumlanması ve çözümlenmesini içermektedir (Glesne, 2015). Ayrıca nitel bir araştırma sosyal yaşam ve insanla ilgili problemlerin kendine özgü metotlarının sorgulanıp, anlamlandırma sürecidir (Creswell, 2013). Öğretmen adaylarının tasarladıkları problemleri, algoritmanın basamaklarını kullanarak çözümlerini yorumlamayı belirlemeyi amaçlayan bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden, durum çalışması modeli kullanılmıştır. Durum çalışmalarında, ele alınan her bir durum, kendi içinde çeşitli alt birimlere ayrılarak analiz edilmektedir (Creswell, 2013; Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu özellikler dikkate alınarak bu çalışmada üçüncü sınıfı tamamlayan ortaokul matematik öğretmeni adaylarının, algoritmayı oluştururken yer verilen sözde kod yazma ve akış şeması oluşturma becerilerinin ortaya çıkarılması amacıyla durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Bu doğrultuda çalışma, 2024-2025 öğretim yılında bir devlet üniversitesinde üçüncü sınıf öğrenimini tamamlayan toplamda 42 matematik öğretmeni adayı ile yürütülmüştür. Çalışma grubunda yer alan öğretmen adayları Cebir Öğretimi dersini başarı ile tamamlamışlardır. Çalışmanın veri toplama araçları öğretmen adaylarına yöneltilen, MEB (2024)'te yer alan "MAT 7.2.4. Temel aritmetik ve cebirsel ifadelerle işlem içeren durumlardaki süreci algoritma ile ifade etme yöntemlerini kullanarak yapılandırabilme a) Aritmetik ve cebirsel ifadelerle işlem içeren durumlardaki adımları ve ilişkileri açıklar. b) Algoritma ifade yöntemlerini kullanarak incelediği adımlar ve ilişkilerden uyumlu bir bütün oluşturur." öğrenim çıktısına ilişkin süreç bileşenlerini çerçevesinde algoritma kullanarak tasarladıkları bir gerçek yaşam problem cümlesi ile sözde kodu ve akış şemasını oluşturmayı içeren soruya yönelik yazılı yanıtlardan oluşmaktadır. Öğretmen adayları Ö1, Ö2,..., Ö42 olarak kodlanmıştır.

Çalışmanın veri analizi aşamasında içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizi belirli kavram ve temalar çerçevesinde birbirine benzeyen verileri bir araya getirip okuyucunun anlayabileceği şekilde düzenleyip, yorumlanmasını sağlamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Ayrıca verilerin içeriğine ilişkin tekrarlanabilir ve geçerli sonuçlar çıkarmak üzere kullanılmaktadır (Krippendorff, 1980). Bu çalışmada da veriler, öğretmen adaylarının tasarladıkları gerçek yaşam problemlerine yönelik sözde kod yazma ve akış şeması oluşturma durumları çerçevesinde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

## BULGULAR

Bu bölümde öğretmen adaylarının tasarladıkları gerçek yaşam problemine uygun olacak şekilde sözde kod yazma ve akış şeması oluşturmaya yönelik yazılı yanıtlarından elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

İlk olarak öğretmen adaylarının tasarladıkları gerçek yaşam problemine yönelik sözde kod yazmayı içeren yazılı yanıtlarından elde edilen bulgular sunulmuştur. Yapılan analizler sonucunda 42 öğretmen adayının genel olarak gerçek yaşam problemi tasarlayabildikleri belirlenmiştir. Tablo 1’de öğretmen adaylarının gerçek yaşam problemlerine ilişkin yazdıkları sözde kodlara ilişkin veriler sunulmuştur.

**Tablo 1. Öğretmen adaylarının sözde kod yazmaya ilişkin durumları**

Sözde Kod Yazarken Ortaya Çıkan Durumlar	Sözde Kodu Yazan Öğretmen Adayları
Uygun Sözde Kod	Ö3, Ö7, Ö11, Ö13, Ö14, Ö17, Ö24, Ö25, Ö26, Ö30, Ö33, Ö35, Ö37, Ö38, Ö39, Ö42
Değişken Tanımlamada Hata/Eksik	Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö15, Ö19, Ö21, Ö22, Ö23, Ö27, Ö28, Ö29, Ö31, Ö32, Ö36, Ö41
Basamak Tanımlamada Hata/Eksik	Ö4, Ö16, Ö20, Ö34
Uygun Olmayan Problem Cümlesi	Ö40
Boş	Ö18

Tablo 1’deki öğretmen adaylarının problemlerine yönelik yazdıkları sözde kodlar incelendiğinde 16 öğretmen adayının uygun sözde kod yazdığı belirlenmiştir. 20 öğretmen adayının sözde kod yazarken değişkenleri tanımlama ve basamakları tanımlarken eksikliklerin ve hataların olduğu tespit edilmiştir. 4 öğretmen adayı problem cümlesindeki eksikliklerden kaynaklı sözde kodu yazarken basamak tanımlamada hata yapmıştır. Geriye kalan iki öğretmen adayından birisi uygun problem cümlesi tanımlayamadığı için uygun bir sözde kod yazamamış diğeri ise boş bırakmıştır.

Şekil 1’de tasarlanan gerçek yaşam problemine uygun sözde kod yazan öğretmen adaylarından örnekler verilmektedir.

Ayşe üniversitede cebir öğretimi dersi için vize ve final notlarını biliyor. Ayşe'nin iki not ortalaması 50'nin altında olursa kalıyor. Üstünde olursa geçiyor. Ayşe'nin vize notu 90 final notu ise 50 ise Ayşe'nin dersten kalıp kalmadığını sözel kod ve Algoritma şeması kullanarak bulmuş.

1. Başla
2. Vize notu gir
3. Final notu gir
4. Vize notu + final notu = Toplam not
5. Toplam not / 2 = Ortalama not
6. Ortalama not < 50 ise **kalı**
7. Ortalama not ≥ 50 ise **geçti**
8. Bitir.

a-) Ortakul öğrencisi olan Kerim matematik dersinde iki sınav olmaktadır. Matematik dersi notlarının aritmetik ortalamasını merak etmektedir. Sadece Kerim nasıl bir yol izleneli?

b-) Kerim sınav ortalaması 70'den büyükse dersi başarılı olarak tamamlayacaktır. " " küçükse derste başarısız olacaktır.

Sözde kod " " kuşese :

1. adım : Başla  
2. adım : 1. sınav notunu yaz  
3. adım : 2. sınav notunu yaz  
4. adım : 1. ve 2. sınav notunu toplu ve sonucu yaz  
5. adım : Toplamı ikiye böl  
6. adım : Toplam  $\geq 70$  ise başarılı yaz  
Toplam  $< 70$  ise başarısız yaz  
7. adım : Bitir

Şekil 1. Ö11 ve Ö33'ün yazdıkları uygun sözde kodlar

Şekil 1'de ilk olarak Ö11 ardından Ö33'ün problem cümlesi ve sözde kodu verilmektedir. Ö11 ve Ö33'ün yanıtları incelendiğinde öğretmen adaylarının not ortalaması üzerinden tasarladıkları problem cümlesine uygun sözde kod yazmışlardır. Öğretmen adayları öncelikle başla komutu ile sözde kodu yazmışlar ardından sınav notlarını 2. ve 3. basamaklarda (adımlarda) tanımlamışlardır. 4. basamakta toplam notu iki sınavın toplamı olarak belirtmişlerdir. 5. basamakta ortalama notu bulmak için toplam notun ikiye bölünmesi gerekliliğini göstermişlerdir. Ö11, 6. ve 7. basamaklarda kaldı/geçti durumu eşitsizlikleri kullanarak göstermiştir. Ö33 ise tek bir basamakta (6. basamak) kaldı/geçti durumunu ifade etmiştir. Son adımda ise her iki öğretmen adayı bitir komutu ile sözde kodu tamamlamıştır. Öğretmen adaylarının sözde kodu yazarken basamak sıralaması ve değişken tanımlamasında uygun sırayı takip ettiği görülmektedir.

Şekil 2'de ise örnek olarak verilen yanıtta sözde kodu yazarken değişkenin hatalı tanımlandığı görülmektedir.

Ali'nin telefon tarifi şu şekildedir sabit 150 TL konuştugu dakika kadar 2 TL ödeyecektir. Eğer Ali'nin faturası 500 TL den fazla ise 30 TL indirim kazanacaktır. 500 TL ve 500 TL az ise fatura tutarını ödeyecektir. Ali'nin konuştugu dakika ile ödeyecegi tutar arasındaki ilişkiyi Algoritma yardımıyla gösteriniz.

1. Başla
2. Dakikayı gir (x)
3.  $y = 50 + 2x$
4. Eğer  $y > 500$  ise
5.  $z = y - 30$  yaz
6. Değil ise 4 yaz
7. Bitir.

**Şekil 2.** Ö12'nin değişkeni tanımlarken hatalı yazdığı sözde kod

Ö12'nin problem cümlesine yönelik yazdığı sözde kod incelendiğinde dakikayı "x" ile tanımladığı ancak  $y=50+2x$  denkleminin herhangi bir açıklama belirtilmediği 5. basamakta ise yeni bir değişken olan "z" nin de y değişkenine bağlı şekilde değer aldığı görülmektedir. Ö12'nin yazdığı 5. ve 6. Basamakta ne yapmak istediği anlaşılmamaktadır. Bunun kaynağının değişkenleri tanımlarken yaptığı hatalı gösterimden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Sözde kod yazarken karşılaşılan bir diğer durum ise öğretmen adaylarının basamakları tanımlarken yaptıkları hatalar olarak ortaya çıkmıştır. Örneğin Şekil 3'te verilen Ö34'ün problem cümlesi ve yazdığı sözde kod bu durumu göstermektedir.

3.Soru: Bir çiftlikte ilk başta 5 adet koyun bulunmaktadır. Bu çiftlikte her ay ebizanti olarak 3 artmaktadır. Buna çiftlikte 10 ay sürecek koyun sayısını bulunuz, Brantinin genel kuralını nasıl bulduğunuz yazınız

Gözüm: İlk başta 5 adet koyun var sonrasında her ay 3'er artmaktadır.

5    8    11    14    ... ( Sayılar ile gösterimi )

Artış miktarı 3 burada zikredile genel kuralı yazarak artış miktarını 3n olarak yazıyoruz.

Sonrasında 3n'ı ilk terimde yerine yazıp denediğimizde 2 fazlası bize Brantinin ilk terimi vermektedir =>  $3n+2$

Brantinin genel kuralı =  $3n+2$  'dir. Bize 10. aydaki sorulduğu için  $3 \cdot 10 + 2 = 30 + 2 = 32$  adet koyun vardır.

Sözde kod:

1. Adım: Başla
2. Adım: Koyun sayısını gir (x)
3. Adım: Artış miktarını gir (y)
4. Adım: Denklemi yaz:  $3y + 2$
5. Adım: Sonucu yazdır
3. Adım: Bitir

**Şekil 3.** Ö34'ün basamakları tanımlarken hatalı yazdığı sözde kod

Ö34'ün yazdığı sözde kod incelendiğinde 4. basamakta doğrudan bir denklem yazıldığı görülmektedir. Bu denklemin neyi tanımladığı bu basamakta anlaşılmamaktadır. Ö34'ün bu yanıtı yazarken basamak

adımlarına dikkat etmeden doğrudan problemi çözmek için kullanması gereken denklemleri yazdığı, önceki basamaklarla herhangi bir ilişki kurmadan 5. basamakta sonucu yazmaya yöneldiği görülmektedir. Dolayısıyla Ö34, sözde kodun basamaklarını tanımlarken hatalı bir gösterim kullanmaktadır. Bu durumun kaynağının sözde kod yazmayı gerektirmeyen problem çözme alışkanlıklarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Öğretmen adaylarının yazılı yanıtlarından elde edilen bir diğer bulgu ise yazılan sözde koda uygun oluşturdukları akış şemalarıdır. Akış şemaları incelenirken, akış şemasını oluşturan tüm elemanların kullanıldığı ve kullanılmadığı durumlar ortaya çıkmıştır. Akış şemasının tüm elemanları başla komutu ile akış şemasının ilk adımının oluşturulması ardından değişkenlerin tanımlanması, istenilen denklemin oluşturulması, koşullu durum için her bir duruma ait verilerin tanımlanması, sonucun elde edilmesi ve akış şemasının sonlandırılması (bitir) komutları yazılmalıdır. Bu bölümde öğretmen adaylarının akış şeması oluştururken dikkate aldıkları durumlar incelenmiştir. Tablo 2’de öğretmen adaylarının akış şemasını nasıl kullandıklarını belirtilmiştir.

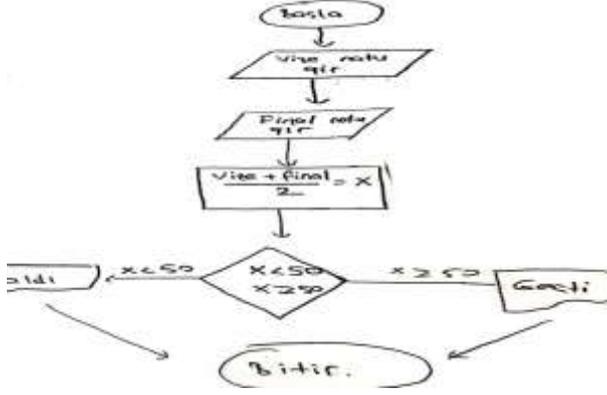
**Tablo 2.** *Öğretmen adaylarının akış şemasını kullanma durumları*

<b>Akış Şeması Oluşturma</b>	<b>Öğretmen Adayları</b>
<b>Akış Şemasının Tüm Elemanlarını Kullanma</b>	Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24, 25, Ö26, Ö27, Ö28, 29, Ö30, Ö31, Ö33, Ö34, Ö37, Ö38, Ö39, Ö40, Ö41, Ö42
<b>Akış Şemasının Bazı Elemanlarını Kullanma</b>	Ö4, Ö7, Ö15, Ö18, Ö32, Ö35, Ö36

Tablo 2 incelendiğinde 42 öğretmen adayından 35’inin akış şeması oluştururken tüm elemanları kullandığı diğer öğretmen adaylarının (7 öğretmen adayı) ise akış şemasını oluştururken tüm elemanları kullanmadığı tespit edilmiştir.

Akış şemasının tüm elemanlarını kullanan öğretmen adaylarından 12’si bu süreci doğru şekilde tamamlayabilmiştir. Diğer 23 öğretmen adayının akış şeması oluştururken basamakları tanımlamada hatalar yaptıkları belirlenmiştir. 12 öğretmen adayının tasarladığı problem cümleleri incelendiğinde genel olarak (9 öğretmen adayı) gerçek yaşam durumlarından not ortalaması bağlamını seçmişlerdir. Akış şemasını oluştururken koşullu bir durum oluşturmadan doğrudan denklem çözmeyi gerektiren problem cümlesi tasarlayan öğretmen adaylarının tamamının (7 öğretmen adayı) basamakları ya da değişkenleri akış şeması üzerinde tanımlarken hatalar/eksikler yaptıkları ortaya çıkmıştır.

Örneğin Ö11 akış şemasının tüm elemanlarını doğru bir şekilde kullanmıştır. Şekil 4’te Ö11’in akış şemasını nasıl kullandığı gösterilmektedir.

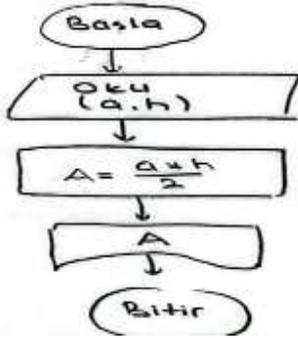


Şekil 4. Ö11'in akış şeması

Ö11'in akış şeması incelendiğinde başla komutu ile akış şemasının ilk adımını oluşturduğu görülmektedir. Ardından veri girişlerini yapmıştır (vize ve final notları). Bu adımın ardından denklemi kurmuş ve koşullu durumlara karşılık gelen sonuçlara ait olan çıktıları (kaldı/geçti) belirtmiştir. Bu adımdan sonra ise bitir komutu ile akış şemasını sonlandırmıştır.

Koşullu bir durum belirtmeyen problem cümlesi akış şemasının tüm elemanlarını kullanmayı gerektirmemektedir. Şekil 5'te bu duruma örnek olarak Ö35'in akış şeması verilmektedir.

Ö35. Aşağıda üçgen şeklinde bulunan bir arsaya fidan dikmek istiyor ve bunun için ilk önce üçgenin alanını öğrenmesi gereklidir. Üçgenin alanını bulabilmek için algoritma ifade yöntemlerini kullanınız. Algoritma ifadesini: düz yazı, sözde kod ve akış şeması kullanarak açıklayınız.



Şekil 5. Ö35'in akış şeması

Ö35'in tasarladığı probleme uygun akış şeması incelendiğinde üçgenin alan formülüne ulaşmak istediği görülmektedir. Bunun için ilk olarak başla komutu ile sırası ile alanı bulmak için komutlar oluşturmuştur. Bu komutların sonucu olarak da alana (A) ulaşmıştır. Akış şemasının son elemanı olan bitir komutu ile akış şemasını sonlandırmıştır. Ö35'in akış şeması doğrudan bir denklem oluşturmak üzerine tasarlanmıştır. "a ve h" değişkenlerinin neyi temsil ettiğine ilişkin herhangi bir veri bulunmamaktadır. Ayrıca "A"nın alanı temsil ettiği düşünülmüş olsa da buna ilişkin herhangi bir açıklama da yapılmamıştır.

Sonuç olarak öğretmen adaylarının koşullu durumlar içeren problem cümlelerine karşılık olarak oluşturdukları akış şeması doğrudan denklem çözmeye yönelik oluşturulan akış şemalarına göre daha başarılı bir şekilde ifade edilmiştir.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada ortaokul matematik öğretmeni adaylarının algoritmayı kullanma durumları incelenmiştir. Algoritmayı oluştururken ilk olarak öğretmen adaylarının tasarladıkları günlük yaşam problemlerine uygun olan söz kodu yazma ardından akış şemasını nasıl oluşturdukları belirlenmiştir. MEB (2024) ortaokul matematik öğretim programında, temel aritmetik ve cebirsel ifadelerle işlem içeren durumlarda bu süreci algoritma ifade yöntemlerini açık uçlu sorular ile kullanmayı önerdiğinden öğretmen adaylarının bu becerilerinin geliştirilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda bir problemi çözerken planlama yapma ve izlenmesi gereken yolu algoritma oluşturarak çözenin gerekliliği öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar ile görülmektedir. Alanyazında da bu sürecin gerekliliği ve önemi vurgulanmıştır (Aytekin vd., 2018).

Araştırmanın bulguları incelendiğinde ilk olarak öğretmen adaylarının oluşturdukları problemlere ilişkin sözde kodu yazarken dikkate aldıkları durumlar belirlenmiştir. Oda vd. (2015) çalışmalarında sözde kod yazmanın problemi açıkça tanımlaması gerekliliği fikri göz önüne alındığında, öğretmen adaylarının genel olarak problem içinde verilenleri ve istenenleri basamaklar halinde ifade ettikleri görülmektedir. Ancak öğretmen adaylarının bu süreçte basamakları yazarken ya da değişkeni tanımlarken hatalar yaptıkları tespit edilmiştir.

Araştırmanın bir diğer bulgusu ile öğretmen adaylarının problemlerine uygun yazdıkları akış şemalarıdır. Alanyazında genellikle (Koca, 2020; Namlı & Şahin, 2017; Portela vd., 2021; Tanel & Kurt, 2022; Üngör vd., 2022) bilgisayar programlarına yönelik çalışmalar yapıldığı için dijital ortamda verilerin alındığı görülmektedir. Bu çalışmada öğretmen adaylarının yazılı olarak ifade ettikleri akış şemaları incelendiğinde tasarlanan gerçek yaşam problemine uygun olacak şekilde akış şemasının elemanlarını kullanabildikleri belirlenmiştir. Öğretmen adayları tasarladıkları problem durumlarına bağlı olarak akış şemasının tüm elemanlarını ya da bazı elemanlarını kullanabilmişlerdir. Problem cümleleri eğer koşullu bir durumu gerektiriyorsa akış şemasının tüm elemanları kullanılmıştır. Bu durumun dışında bazı öğretmen adaylarının, akış şeması oluştururken değişkenleri tanımlamada hatalar yaptıkları belirlenmiştir.

Bu araştırmada ortaokul matematik öğretmeni adaylarının tasarladıkları gerçek yaşam problemlerine uygun olacak şekilde algoritmayı kullanmaları istenmiştir. Bu süreç dahilinde öğretmen adaylarının yazdıkları sözde kodlar ve akış şemalarını içeren yazılı yanıtlar incelenmiştir. Çalışmanın bulguları değerlendirildiğinde öğretmen adaylarının genel olarak gerçek yaşam problemi oluşturabildikleri belirlenmiştir. Ancak sözde kod yazarken ve akış şeması oluştururken eksikliklerinin olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının bu eksikliklerinin giderilebilmesi için sözde kod ve akış şeması kullanımını yalnızca teknik düzeyde değil, öğretimsel bağlamda da deneyimler kazandıracak uygulamalara yer verilmesi önerilmektedir. Ayrıca gerçek yaşam bağlamı problem senaryoları üzerinden gerçekleştirilecek algoritma çalışmaları öğretmen adayların hem matematiksel düşünme becerilerini hem de görsel temsil becerilerini geliştirme açısından önemli fırsatlar sunabilir. Lisans ders içeriklerinde dijital araçların etkin kullanımını sayesinde görselleştirme süreçlerinin daha etkili hale getirecek şekilde akış şemalarını oluşturmayı da dahil edip daha erişilebilir hale getirebilir. Bu



doğrultuda, öğretim programlarında disiplinler arası yaklaşımlarla desteklenen, yapılandırılmış ve uygulama temelli etkinliklere yer verilmesi, öğretmen adaylarının söz konusu becerileri kazanmasında önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

Aytekin, A., Çakır, F. S., Yücel, Y. B., ve Kulaöz, İ. (2018). Algoritmaların Hayatımızdaki Yeri ve Önemi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(5), 24-41.

Choi, J. I. & Hannafin, M. (1995). Situated cognition and learning environments: roles, structures and implications for design. *Educational Technology Research & Development*, 43 (2), 53- 69.

Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry & Research design: Choosing among five approaches* (third ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE.

DeCaprio, S. A. (1981). *Flowcharting: A method of problem solving*. Teachers institute. Yale National Initiative. [Çevrim-içi: <https://yale.edu/curriculum/81.06.03.x.ht>. 505]: erişim tarihi: 21 .07 2025.

Glesne, C. (2015). *Becoming qualitative researchers: An introduction* (5th edition). London: Pearson.

Koca, S. (2020). *Eğitsel robot uygulamalarının öğrencilerin kodlamaya dönük bilişsel çıktılarına etkisinin incelenmesi* (Master's thesis, Amasya University (Turkey)).

Krippendorff K (1980) *Content Analysis: An Introduction to is Methodology*, Sage, Beverly Hills.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2024). *Matematik dersi öğretim programı* (1.-8. sınıflar). Ankara: MEB Basımevi.

Moala, J. G. (2021). Creating algorithms by accounting for features of the solution: the case of pursuing maximum happiness. *Mathematics Education Research Journal*, 33(2).263.

Namlı, N. A., & Şahin, M. C. (2017). Algoritma eğitiminin problem çözme becerisi üzerine etkisi. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(5), 135-153.

Portela, C. D. S., Vasconcelos, A. M. L. D., Oliveira, S. R. B., & Souza, M. R. D. A. (2021). An Empirical Study on the Use of Student-Focused Approaches in the Software Engineering Teaching. *Informatics in Education*, 20(2).

Sezgin-Selçuk, G. Çalışkan, S. ve Erol M. (2007). The effects of gender and grade levels on Turkish physics teacher candidates 'problem solving strategies. *Journal of Turkish Science Education* 4 (1), 92-100.

Oda, Y., Fudaba, H., Neubig, G., Hata, H., Sakti, S., Toda, T., & Nakamura, S. (2015, November). Learning to generate pseudo-code from source code using statistical machine translation. In *2015 30th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE)* (pp. 574-584). IEEE.

Tanel, Z., & Kurt, E. (2022). Algoritma Öğretimine Dayalı Eğitsel Oyunların Ortaokul Öğrencilerinin Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algılarına Etkisi. *Uluslararası Anadolu Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(4), 1240-1250.

Üngör, Y. E., Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Erdoğan, F. U. (2020). Flowchart destekli proje tabanlı algoritma eğitiminin etkililiği. *Turkish Journal of Primary Education*, 5(2), 98-118.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.

## **The Perspectives of Turkish EFL Teachers on the Impact of Social Media on Teaching Culture in EFL Classes**

**Volkan AKKURT<sup>1</sup>, Asst. Prof. Deren Başak AKMAN YEŞİLEL<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>E-mail: [volkan-akkurt@hotmail.com](mailto:volkan-akkurt@hotmail.com) ; İngilizce Öğretmeni, Ordu / Türkiye.

<sup>2</sup>E-mail: [deren.akman@omu.edu.tr](mailto:deren.akman@omu.edu.tr) ; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Yabancı Diller Eğitimi (İngiliz Dili Eğitimi) Bölümü, Samsun/ Türkiye.

---

### **Özet**

Kültür, belirli bir insan veya toplumun fikir, gelenek ve sosyal davranış sistemidir. Kültürün bir diğer önemli yönü de dillerdir. İnsanlar düşüncelerini dillerle iletirler. Günümüzde teknolojiye gelişmelerle birlikte insanlar, farklı kültürel geçmişlere sahip diğer insanlarla fikir alışverişinde bulunmak için sosyal paylaşım sitelerini kullanmaktadır ve bu da kültür öğretimini dil eğitiminin vazgeçilmez bir parçası haline getirmiştir. Sosyal medyanın dil öğretiminde kültür entegrasyonuna etkisi üzerine yapılan çeşitli çalışmalar, sosyal paylaşım sitelerini kullanan öğrencilerin hedef dili öğrenme motivasyonlarını artırdığını ve bunun da Yabancı Dil olarak İngilizce (EFL) bağlamlarında çok önemli olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, bu çalışmalar çoğunlukla öğrencilere odaklanmakta ve özellikle Türkiye bağlamında eğitimcileri göz ardı etmektedir. Bu nedenle, bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'nin farklı bölgelerindeki devlet okullarının farklı kademelerinde çalışan Türk İngilizce öğretmenlerinin düşüncelerini betimlemektir. Tematik analiz yardımıyla nitel verilere ulaşmak amacıyla yedi sorudan oluşan bir form kullanılmıştır. Sonuç olarak, çalışma Türk İngilizce öğretmenlerinin Yabancı Dil olarak İngilizce derslerinde kültür öğretiminde sosyal medyanın kullanımını desteklediğini ortaya koymuştur; bu da Yabancı Dil olarak İngilizce bağlamında kültür öğretiminde sosyal medyanın katılımının önemini vurgulamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** kültür, kültürlerarası yeterlilik, sosyal medya

---

### **Abstract**

Culture is a system of ideas, customs and social behaviour of a particular people or society. Another important facet of culture is also languages. People convey their thoughts with languages. Nowadays, with the developments in the technology, people use social networking sites to exchange their ideas with other people including various cultural backgrounds, thus making teaching culture an indispensable part of language instruction. Various studies conducted on the effect of social media on culture integration in language teaching have illustrated that learners who make use of social networking sites enhance their motivation to learn the target language, which is crucial at EFL contexts. Nonetheless, these studies mostly focus on the learners neglecting the educators, especially those in Türkiye context. Therefore, the utmost goal of this study is to delineate the thoughts of Turkish EFL teachers who work at different grades of state schools in different regions of Türkiye. A

form including seven items were utilised with the aim of attaining the qualitative data with the help of the thematic analysis. All in all, the study discovered that the awareness of the Turkish EFL teachers support the use of social media in teaching culture in EFL classes which highlights the importance of the involvement of the social media in culture instruction in EFL context.

**Keywords:** culture, intercultural competence, social media

---

## INTRODUCTION

With the process of globalisation, the alignment of culture into English as a Foreign Language (EFL) instruction has become more significant. Culture is regarded as a dynamic, collaborative process which alters and is altered through exchange of ideas apart from being a stable set of facts (Byram, 1997; Kress, 2012). With the ongoing transformations of educational landscapes as a result of digital technologies, social media sites have appeared as efficient tools for enabling intercultural exchanges and improving cultural learning in EFL context. Those platforms offer students facilities to interact authentically with different cultural diversities, thus improving intercultural communicative competence (ICC), which is considered as a crucial skill for discovering today's interconnected world (Álvarez Valencia & Fernández Benavides, 2019).

Possessing a multimodal and collaborative nature, social media provides unexampled opportunities for teaching culture. Social networking sites such as Instagram, Facebook and language-specific ones (e.g. Busuu, Livemocha) facilitate users to interact with native speakers of the target language, involve in cultural debates, and reach authentic materials (Lloyd, 2012; Thorne, 2006). Such engagement meets the objectives of ICC, since it highlights the attitudes of openness, experience of social applications, and skills for comprehending among cultures (Byram, 1997). Nevertheless, although the potency of social media for cultural learning is commonly approved, its useful application in EFL contexts still needs to be discovered. A variety of challenges including unrealistic exchanges, cyber-flirting and the mastery of behaviourist pedagogical designs available in several platforms (Brick, 2011b; Loiseau et al., 2011) emphasise the necessity for future research in relation to the potency of these tools to be efficiently integrated with purposeful intercultural education.

The alignment of social media into educational framework has modified a variety of learning processes, especially in the department of English language teaching (ELT). This literature review will shed light on the effect of social media on instructing culture within ELT, highlighting its role in enhancing the understanding of culture, fostering linguistic competences boosting student involvement. The findings synthesised in this review underline the capacity of social media platforms to serve as efficient tools for cultural exchange and language learning. Moreover, another aim is to define gaps in current research and suggesting aspects for future research.

### **The Impact of Social Media in Language Learning**

Social media sites including Facebook, Instagram, Telegram or blogs have been illustrated to importantly improve language teaching, since they provide collaborative and interactive learning atmospheres. In a study conducted by Blattner and Lomicka (2012), it is emphasised that Facebook can enhance student participation and interaction which play important role in language instruction. It is



illustrated in their findings that students react with a positive attitude to this interaction because it lets them interact with various cultural contexts, thereby improving their language learning.

Likewise, the integration of Telegram in English pronunciation instruction to Iranian EFL learners has exhibited that social media has the potential to functionally improve specific language skills. The crucial enhancement in pronunciation among students who used Telegram show that Telegram can serve as an innovative tool which both concentrate on language features and support cultural exchange (Xolabande, 2017). These findings exhibit that social media can build a connection between cultural gaps, facilitating a deeper understanding regarding language and culture. According to a systematic review conducted by Li (2017), which focuses on a variety of social media platforms such as blogs, forums, their effectiveness in facilitating cultural exchange and informal learning has been exhibited. Their preference for student-student interaction over traditional student-teacher dynamics underlines the interactive nature of social media, which improves language learning and cultural understanding.

### **Improving Cultural Awareness through Social Media**

The integration of social media in education, specifically in the period of the COVID-19 pandemic, has presented its importance in teaching culture. Muftah (2022) examines how students' linguistic competences have been influenced by social media while supplying them with authentic involvement with cultural contexts. The findings suggest that teachers should alter their teaching methods with a view to impactfully involve social media, thus fostering students' cultural competence and language proficiency.

Furthermore, the involvement of social media in the flipped classroom approach has been illustrated to improve student participation and motivation (Ariantini et al, 2021). This approach facilitates cooperative learning as well as cultural exploration, which makes it possible for students to interact with different perspectives and cultural backgrounds. The positive results related to the use of blogs in EFL contexts also align with the idea that social media can present areas for cultural expression. Hadley and Norris (2016) explain that blogs can improve students' literacy skills and motivation besides facilitating them to exchange their cultural backgrounds with other people from other cultures, resulting in the improvement of their language learning process. Notwithstanding the promising findings associated with the impact of social media in teaching culture in ELT, some knowledge gaps still remain. To give an example, most of the studies are based on the efficacy of social media in language teaching from the perspectives of students, not focusing enough on the teacher's viewpoints regarding the topic. Moreover, to the best knowledge of the researcher, most of the studies conducted in this context have been carried out more internationally, which means there is a lack of studies focusing on the perspectives of Turkish EFL teachers on the impact of social media in language teaching. Accordingly, the present study investigates the perspectives of in-service Turkish EFL teachers in relation to the integration of social in the culture instruction with a view to responding the following research questions.

- 1- Do Turkish EFL teachers see any advantages of using social media in teaching English?
- 2- What are the main problems that Turkish EFL teachers face when they incorporate social media in their classes?

### **METHODOLOGY**

The current study adopts a qualitative approach to undercover the knowledge of English teachers working at different schools regarding the alignment of social media in teaching culture in their classes. In this study, 15 in-service English language teachers who are currently working in different parts of Türkiye were recruited for the study. The population of the study included 7 male and 8 female in-

service teachers whose ages ranging from twenties to thirties and above. The participants were randomly selected from the teachers at different stages of state schools ranging from primary schools to higher education. The demographics of the population of the study are presented in Table 1

**Table 1.** *Demographic information of the participants*

		<b>n</b>	<b>f (%)</b>
<b>Gender</b>	Female	8	53.3
	Male	7	46.7
<b>Age</b>	20-25	4	26.7
	26-31	7	46.7
	32 and above	4	26.7
<b>Time Spent on Social Media</b>	0	1	6.7
	1-3	6	40.0
	4-6	3	33.0
	7 and above	3	20.0
<b>Grade of Teaching</b>	Primary School	2	13.3
	Secondary School	5	33.3
	High School	5	33.3
	Higher Education	3	20.0
<b>Total</b>		15	

To be able to investigate the research questions, a form with open-ended questions on Google Forms was used. Semi-structured interviews enable to supply researchers with obvious instructions and gathering reliable and corresponding data (Cohen and Crabtree, 2006). In the interim, open-ended questions existed in the form to attain the precise information in relation to social media integration. The items of the form are aimed to gather the thoughts of the English language teachers on the concept of social media use in teaching culture, differentiating from its advantages the problems faced in the process of integration.

The target literature related to the social media use and its impact on language teaching was scrutinised at first. Afterwards, the interview form existing on Google Forms was presented to a group of in-service teachers. The data were collected online as the procedure would have consume more time and face-to-face data collection would have been challenging. The responses of the participants were told to be used just for scientific purposes and their identities would be kept secret and their consent for their responses to be used in the study was taken. Qualitative data were analysed with the help of MAXQDA V24, a software which was specifically designed for qualitative and mixed-methods research. Preceding the transcription of the interview responses, a thematic analysis was applied to figure out recurring patterns and categories. Initial codes were produced inductively by reading the data closely. Furthermore, these codes were grouped into broader themes in align with the research questions.

## FINDINGS

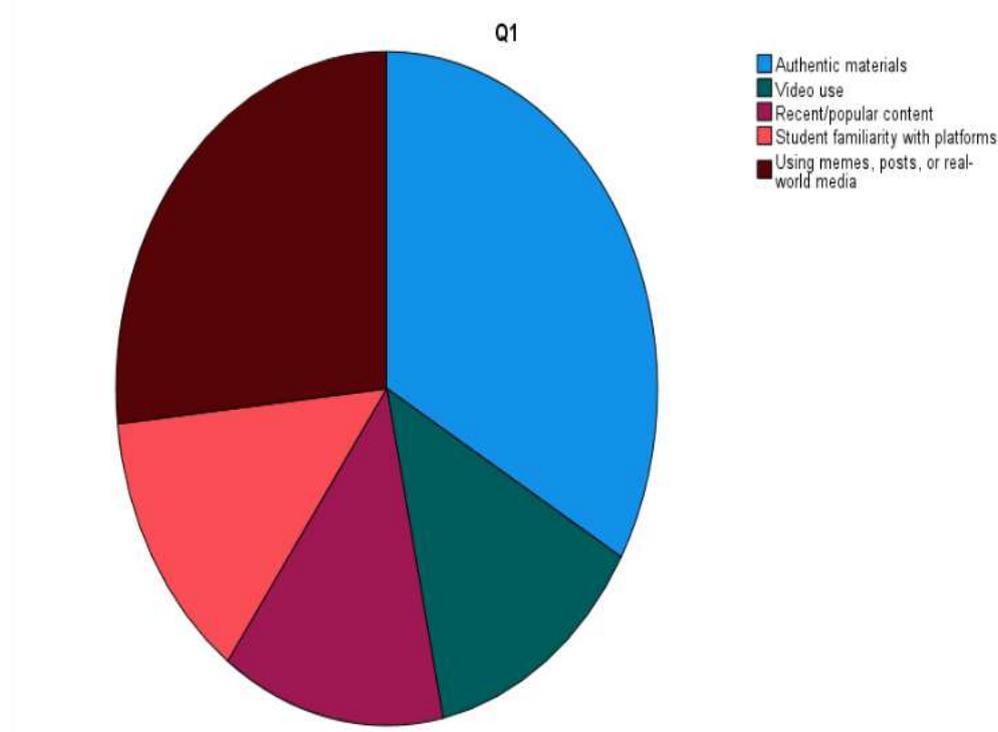
The goal of the study is to discover the perspectives of the English language teachers who work for different schools and institutions in different parts and their awareness on the use of social media in teaching culture in EFL classes.

In the first question, the participants were inquired about how they integrate social media into their classes for cultural instruction. Analysis of the responses have illustrated some common strategies such as authentic materials, using videos, using current or popular content and engaging students with familiar platforms. The codes generated from these quotes have been illustrated in Chart 1 and Table 2 with the frequencies and percentages:

	<i>N</i>	<i>%</i>
Authentic materials	5	33,3%
Video use	2	13,3%
Recent/popular content	2	13,3%
Student familiarity with platforms	2	13,3%
Using memes, posts, or real-world media	4	26,7%

**Table 2:** *Teachers' Use of Social Media in the Classroom (Question 1)*

**Chart 1: Teachers' Use of Social Media in the Classroom (Question 1)**



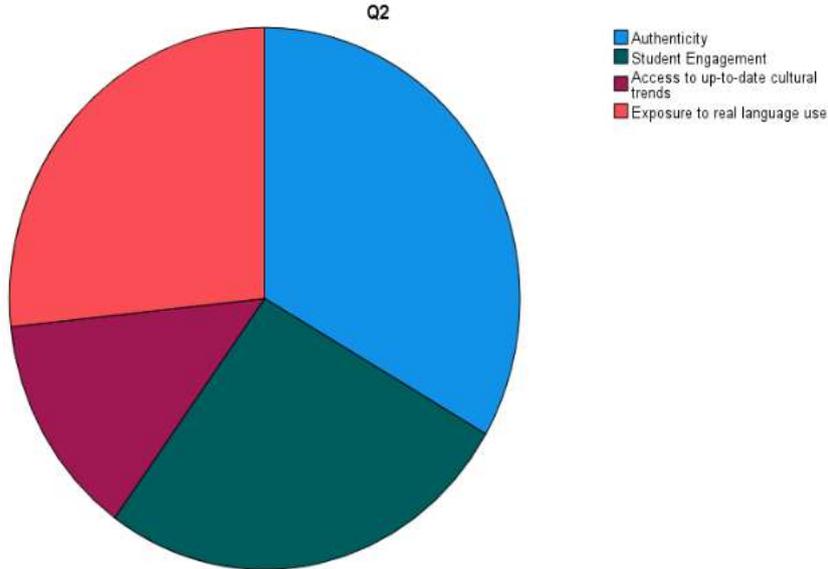
These findings illustrate that teachers make use of social media by using common social networking websites such as Instagram and Youtube to provide engaging and culturally authentic material.

In the second question, the participants were asked about the main advantages of social media integration in teaching culture in their classes. Analysis of the responses have shown some common advantages such as authenticity, student engagement, access to up-to-date cultural trends and exposure to real-life language use. The codes generated from these quotes have been illustrated in Chart 2 and Table 3 with their frequencies and percentages:

	<i>N</i>	<i>%</i>
Authenticity	5	33,3%
Student Engagement	4	26,7%
Access to up-to-date cultural trends	2	13,3%
Exposure to real language use	4	26,7%

**Table 3: Teachers' responses related to the advantages of social media use in cultural instruction**

**Chart 2:** Teachers' responses related to the advantages of social media use in cultural instruction



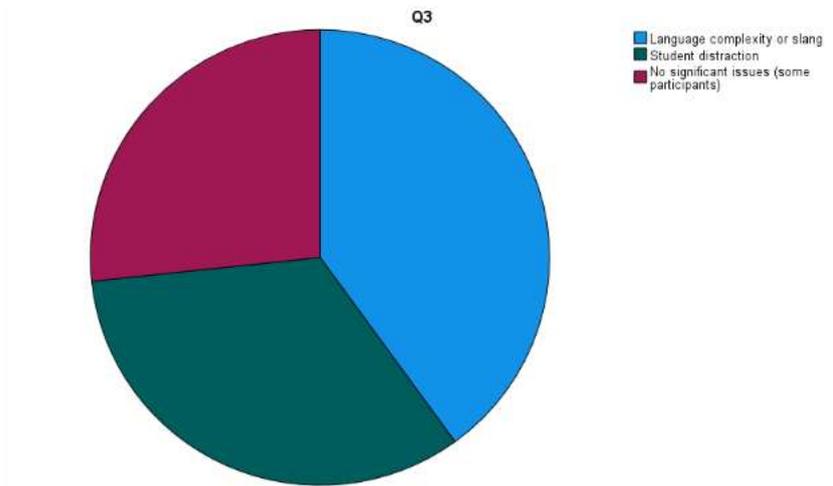
According to the analysis of the findings, teachers commonly share the idea that learners take active participation in the class as a result of social media integration, since it provides more authenticity, which makes learning process more meaningful.

In the third question, the participants were asked about the challenges they have faced in the process of leveraging social media in their cultural instruction. Analysis of the responses have shown some common drawbacks like language complexity or slang, student distraction. The codes generated from these quotes have been shown in Chart 3 and Table 4 with their frequencies and percentages:

**Table 4:** Teachers' challenges of using social media in cultural instruction

	N	%
Language complexity or slang	6	40,0%
Student distraction	5	33,3%
No significant issues (some participants)	4	26,7%

*Chart 3: Teachers' challenges of using social media in cultural instruction*



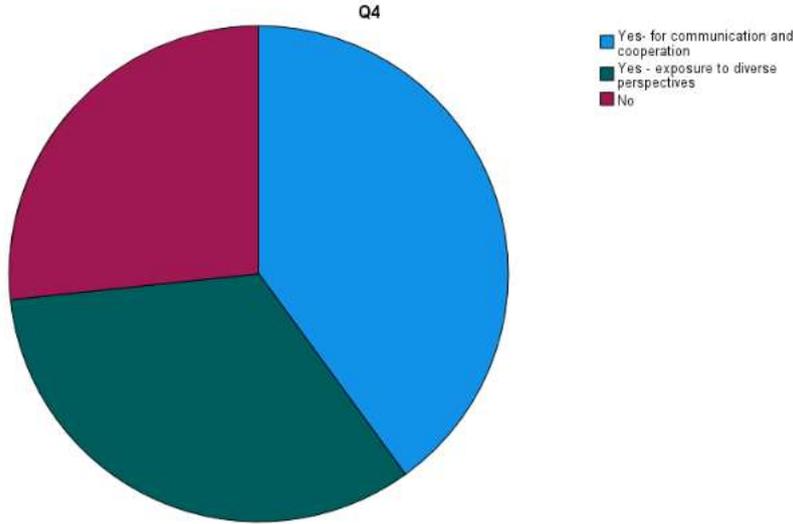
The analysis of the codes illustrates that, although most of the teachers who benefitted from social media complained about the inappropriate use of language and distraction, some participants expressed that they had not experienced any drawbacks or challenges while integrating it.

In the fourth questions, the participants were asked about whether social media helps students develop intercultural competence. Analysis of the responses have illustrated a couple of common responses such as for communication and cooperation and exposure to diverse perspectives. The codes generated from these quotes have been shown in Chart 4 and Table 5 with their frequencies and percentages:

*Table 5: Teachers' responses on students' benefits from social media use in cultural instruction*

	N	%
Yes- for communication and cooperation	6	40,0%
Yes - exposure to diverse perspectives	5	33,3%
No	4	26,7%

**Chart 4:** Teachers' responses on students' benefits from social media use in cultural instruction



The findings show that most of the teachers consider the use of social media fosters the intercultural competence of students, since it fosters students' communication and cooperation skills, and also allows them to get exposed to diverse perspectives.

Bu bölümde tablo ve şekil kullanacaksanız aşağıdaki örnekleri dikkate tablo ve şekil oluşturunuz.

**Tablo 1.** Örnek tablo sunumu

	Sınıflama 1	Sınıflama2	Sınıflama 3	Sınıflama 4
Konu 1				
Konu 2				

## DISCUSSION AND CONCLUSION

The present study was implemented with the aim of exploring the knowledge and awareness of Turkish EFL teachers about the integration of social media in cultural instruction. The analysis of the data has resulted in a couple of conclusions. The examination of the qualitative data illustrated that the integration of social media in teaching culture in their classes is favourable to EFL teachers. They have expressed that it is through social media use that learners are provided with more authentic materials and up-to-date content, which fosters students' motivation and engagement in the classes, thus making the language learning process more meaningful. They also believe that learners can learn colloquial language thanks to the content they are provided with through social networking sites. However, according to the responses of some of the participants, some content could pose some threats for some learners, especially if they are younger, because they can include slang or bad words, or they can be more complex than they are expected, which can decrease students' interest in the class. On the other hand, some participants explained that it does not possess any disadvantages from the perspectives of

students. They suggested that it is a part of real world, so they should also be exposed to this language use. Consequently, all of the participants replied positively to whether they would suggest using social networking sites to their colleagues while some of them still have some doubt regarding their efficacy for both them and their learners. Teachers are in favour of using social media in teaching cultural elements in their classes. It was similarly found out in a study (Alm, 2015; Shih, 2015) that social networking sites such as YouTube, Facebook and Instagram facilitate intercultural competence, since they present real world cultural contexts. According to another study (Kabilan et al., 2010), teachers regard Facebook as a sufficient tool for promoting cross-cultural interactions, but the study still emphasise the necessity for stabilised guide in order to rise the learning outcomes.

## REFERENCES

- Agustin, R. W., & Ayu, M. (2021). The impact of using Instagram for increasing vocabulary and listening skill. *Journal of English Language Teaching and Learning*, 2, 1-7.
- Alm, A. (2015). *Facebook for informal language learning: Perspectives from tertiary language students. The EuroCALL Review*, 23 (2), 3-18.
- Alper, M. (2013). Developmentally appropriate new media literacies: Supporting cultural competencies and social skills in early childhood education. *Journal of Early Childhood Literacy*, 13(2), 175-196.
- Al-Qallaf, C. L., & Al-Mutairi, A. S. (2016). Digital literacy and digital content supports learning: The impact of blogs on teaching English as a foreign language. *The Electronic Library*, 34(3), 522-547.
- Ariantini, K. P., Suwastini, N. K. A., Adnyani, N. L. P. S., Dantes, G. R., & Jayantini, I. G. A. S. R. (2021). Integrating social media into English language learning: How and to what benefits according to recent studies. *NOBEL: Journal of Literature and Language Teaching*, 12(1), 91-111.
- Blattner, G., & Lomicka, L. (2012). Facebook-ing and the Social Generation: A New Era of Language Learning, "Alsic. *Apprentissage des Langues et Systèmes d'Information et de Communication*, 15(1).
- Brick, B. (2013). Social networking sites and language learning. In *Technologies, Innovation, and Change in Personal and Virtual Learning Environments* (pp. 90-103). IGI Global Scientific Publishing.
- Byram, M. (2020). Teaching and assessing intercultural communicative competence: Revisited. Multilingual matters.
- Chang, T., Chopra, V., Zhang, C., & Woolford, S. J. (2013). The role of social media in online weight management: systematic review. *Journal of medical Internet research*, 15(11), e262.
- Cohen, D., & Crabtree, B. (2006, July). *Qualitative research guidelines project*.
- Dogoriti, E., Pange, J., & S. Anderson, G. (2014). The use of social networking and learning management systems in English language teaching in higher education. *Campus-Wide information systems*, 31(4), 254-263.
- Hadley, S., & Norris, M. S. (2016). Musical multicultural competency in music therapy: The first step. *Music Therapy Perspectives*, 34(2), 129-137.
- Han, S. (2022). Flipped classroom: Challenges and benefits of using social media in English language teaching and learning. *Frontiers in Psychology*, 13, 996294.



- Kabilan, M. K., Ahmad, N., & Abidin, M. J. Z. (2010). Facebook: An online environment for learning of English in institutions of higher education?. *The Internet and higher education*, 13(4), 179-187.
- Kaplan, R. B., & Baldauf, R. B. (2005). Language-in-education policy and planning. In *Handbook of research in second language teaching and learning* (pp. 1013-1034). Routledge.
- Kress, G., & Selander, S. (2012). Multimodal design, learning and cultures of recognition. *The internet and higher education*, 15(4), 265-268.
- Li, V. (2017). Social media in English language teaching and learning. *International Journal of Learning and Teaching*, 3(2), 148-153.
- May, S., & Sleeter, C. E. (Eds.). (2010). *Critical multiculturalism: Theory and praxis*. Routledge.
- Muftah, M. (2024). Impact of social media on learning English language during the COVID-19 pandemic. *PSU Research Review*, 8(1), 211-226.
- Xodabande, I. (2017). The effectiveness of social media network telegram in teaching English language pronunciation to Iranian EFL learners. *Cogent education*, 4(1), 1347081.
- Zourou, K., & Loiseau, M. (2013). Bridging design and language interaction and reuse in Livemocha's culture section. *Social networking for language education*, 77-99.

## **Bir Mektubun Analizi: Mısır Kraliçesi Ankhesenamun ve Hitit Kralı I. Šuppiluliuma**

**Mertkan Akpınar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>E-mail: [universiteli1001@hotmail.com](mailto:universiteli1001@hotmail.com); Orcid: 0000-0001-9581-3634; Kocaeli Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Tarih Bölümü, Kocaeli / Türkiye.

---

### **Özet**

Bu bildiri, Mısır'ın Yeni Krallık Dönemi'nin en dramatik diplomatik olaylarından birini teşkil eden Kraliçe Ankhesenamun'un Hitit Kralı I. Šuppiluliuma'ya gönderdiği mektubu tarihsel ve siyasi bağlamda analiz etmektedir. Firavun Tutankhamun'un ani ölümü sonrası Mısır'da ortaya çıkan iktidar boşluğu ve taht mücadeleleri, genç kraliçeyi Mısır tarihinde eşi benzeri görülmemiş bir adım atmaya itmiştir. Mektubunda, bir hizmetkarıyla evlenmektense bir Hitit prensiyle evlenerek onu Mısır firavunu yapmayı teklif etmiştir.

Çalışma, bu mektubu yalnızca kişisel bir çaresizlik anının ürünü olarak değil, aynı zamanda Ankhesenamun'un gücünü korumak ve muhtemel rakibi Ay gibi figürleri engellemek için yaptığı riskli bir stratejik hamle olarak ele almaktadır. Antik Mısır'ın diplomatik teamüllerine aykırı olan ve Mısır'ı dış dünyaya karşı zayıf gösteren bu mektup, kullanılan cüretkâr ifadelerle ayrıca dikkat çekmektedir. Bu çerçevede, Hattuşa arşivlerinde bulunan Hitit metinleri ışığında, mektubun dili, Hitit sarayında yarattığı şüphe ve Zannanza adlı prensin Mısır'a gönderilmesiyle sonuçlanan trajik süreç incelenecektir. Bu analiz, Ankhesenamun'un siyasi bir aktör olarak rolünü, Mısır-Hitit ilişkilerindeki kırılmayı ve 18. Hanedan'ın sonunu hazırlayan koşulları aydınlatmayı amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Ankhesenamun, Amarna Çağı, Hitit-Mısır Diplomasisi, Mısır Kraliyet Bürokrasisi, I. Šuppiluliuma.

---

---

## **Abstract**

This paper analyzes the letter sent by Queen Ankhesenamun to the Hittite King Šuppiluliuma I within its historical and political context, an event constituting one of the most dramatic diplomatic episodes of Egypt's New Kingdom. The power vacuum and succession struggles that emerged in Egypt following the sudden death of Pharaoh Tutankhamun compelled the young queen to take an unprecedented step in Egyptian history. In her letter, she proposed to marry a Hittite prince and make him pharaoh of Egypt, rather than marrying a "servant."

This study considers the letter not merely as a product of a moment of personal desperation, but also as a risky strategic maneuver by Ankhesenamun to preserve her power and thwart potential rivals, such as the figure of Ay. The letter is also notable for its audacious language, which was contrary to ancient Egyptian diplomatic protocol and portrayed Egypt as vulnerable to the outside world. In this framework, the language of the letter, the suspicion it created in the Hittite court, and the tragic process that culminated in the dispatch of a prince named Zannanza to Egypt will be examined in light of the Hittite texts found in the Hattusa archives. This analysis aims to illuminate the role of Ankhesenamun as a political actor, the rupture in Egypto-Hittite relations, and the conditions that precipitated the end of the 18th Dynasty.

**Keywords:** Ankhesenamun, Amarna Age, Hittite – Egyptian Diplomacy, Egyptian Royal Bureaucracy, I. Šuppiluliuma

---

## **GİRİŞ**

MÖ II. Binyıl, Yakın Doğu ve Doğu Akdeniz coğrafyasının siyasi haritasının köklü bir dönüşüm geçirdiği, yerel şehir devletlerinden geniş topraklara hükmeden merkezî imparatorluklara evrildiği, tarihin en dinamik ve çığır açıcı dönemlerinden birini teşkil eder. Bu bin yıllık zaman dilimi, Mısır, Mezopotamya, Anadolu ve Levant'taki güç odakları arasında sürekli değişen bir hegemonya mücadelesine, karmaşık diplomatik ilişkilere ve yıkıcı savaflara sahne olmuştur. Binyılın ilk yarısında Babil ve Asur gibi Mezopotamya güçlerinin yükselişine tanıklık edilirken, ikinci yarısı, tarihin ilk küresel sistemi olarak nitelendirilebilecek olan Geç Tunç Çağı'nın "Büyük Güçler Kulübü" tarafından domine edilmiştir (Liverani, 2001, s. 54). Bu uluslararası düzen, kendi kuralları, dilleri ve teamülleri olan, birbirini hem dengeleyen hem de sürekli olarak birbirinin zayıflığını kollayan büyük imparatorlukların rekabeti üzerine kuruluydu.

Binyılın ilk evreleri, Hammurabi liderliğindeki Eski Babil İmparatorluğu'nun kanunları, bürokrasisi ve askeri gücüyle Mezopotamya'da yarattığı etkiyle şekillenmiştir. Aynı dönemde, Anadolu'da Asurlu tüccarların kurduğu Karum ağları, bölgeyi uluslararası ticarete entegre ederken (Van De Mieroop, 2016, s. 112), Mısır'da Orta Krallık, iç istikrarı sağlayarak yeniden bölgesel bir güç olarak belirmiştir. Ancak bu dönemin siyasi yapısı, büyük ölçüde bölgesel hegemonya mücadeleleriyle sınırlı

kalmıştır. Asıl büyük dönüşüm, MÖ 16. yüzyılın ortalarından itibaren Hiksosların Mısır'dan sürülmesi ve Yeni Krallık'ın kurulması, Anadolu'da Hititlerin güçlü bir merkezi devlet olarak yeniden sahneye çıkması ve Mezopotamya'da Mitanni Krallığı'nın yükselişiyle başlamıştır (Bryce, 2005, s. 121). Bu yeni dönem, askeri teknolojide bir devrim yaratan savaş arabalarının etkin kullanımıyla, imparatorlukların sınırlarını daha önce hiç olmadığı kadar genişletmesine olanak tanımıştır.

MÖ 15. ve 13. yüzyıllar arası, Geç Tunç Çağı'nın zirvesini oluşturur. Bu dönemde uluslararası siyaset sahnesi, kendilerini "Büyük Kral" olarak tanımlayan bir grup elit hükümdar tarafından yönetiliyordu: Mısır'ın savaşçı firavunları, Anadolu'nun dağlık coğrafyasından imparatorluğu yöneten Hitit kralları, Fırat'ın dirseğinde stratejik bir konuma sahip olan Mitanni kralları ve Mezopotamya'nın kadim kültürel mirasını devralan Kassit Babil kralları. Bu büyük güçler, aralarındaki ilişkileri Akadca dilinde yazılmış diplomatik mektuplarla yürütüyorlardı. Mısır'da bulunan Amarna Mektupları arşivi, bu dönemin ruhunu en canlı şekilde yansıtan paha biçilmez bir kaynaktır (Moran, 1992, s. xiii). Krallar birbirlerine "kardeşim" diye hitap eder, aralarındaki ittifakları hanedan evlilikleriyle pekiştirir ve prestijli hediyelerin teatisini diplomatik bir araç olarak kullanırlardı (Liverani, 2001, s. 215). Bu karmaşık ilişkiler ağı, Yakın Doğu'yu tek bir siyasi ve ekonomik arenaya dönüştürmüştür.

Öyle ki bu diplomatik çerçeve, altta yatan sürekli bir rekabeti ve çatışma potansiyelini asla ortadan kaldırmamıştır. İmparatorlukların sınır bölgeleri, özellikle de Mısır ve Hitit arasında bir tampon bölge işlevi gören Suriye-Filistin toprakları (Levant), sürekli bir mücadele alanıydı. Tarihin en ünlü savaşlarından biri olan Kadeş Muharebesi, bu iki süper gücün bölgedeki nüfuz mücadelesinin bir yansımasıdır (Bryce, 2005, s. 258). Diplomatik yazışmalardaki "kardeşlik" dili, yeri geldiğinde yerini tehditlere ve askeri seferlere bırakabiliyordu. Her büyük güç, diğerinin bir iç karışıklık veya taht değişikliği yaşamasını, kendi lehine kullanabileceği bir fırsat olarak görmekteydi. İşte bu incelikli diplomasi, hanedan entrikaları ve gizli düşmanlıklarla örülü siyasi ağın tam ortasında, antik dünyanın en cüretkâr ve sıra dışı diplomatik tekliflerinden biri yapılmıştır. Bu çalışma, söz konusu siyasi dünyanın tüm dinamiklerini yansıtan tekil, fakat derinlemesine aydınlatıcı bir hadiseyi, Mısır Kraliçesi Ankhesenamun ile Hitit Kralı I. Şuppiluliuma arasındaki mektuplaşmayı ve tarihe "Zannanza Olayı" olarak geçen trajik süreci merkeze alacaktır (Bryce, 2005, s. 194).

## **Mısır Kraliçesi Ankhesenamun ve Hitit Kralı I. Şuppiluliuma**

Ankhesenamun'un Mısır tahtı için eşi görülmemiş teklifini gönderdiği sırada, Anadolu'da Hitit Devleti, tarihinin en parlak dönemlerinden birini yaşıyordu. Bu parlak dönemin mimarı, Mısır'ın Amarna Çağı'ndaki iç kapanıklığını bir imparatorluk inşa etme fırsatına dönüştüren Kral I. Şuppiluliuma'dan başkası değildi. Şuppiluliuma tahta çıktığında (yaklaşık MÖ 1344), Hitit Krallığı ciddi tehditler altındaydı. Kuzeyden Kaşka kabilelerinin akınları başkent Hattuşa'yı tehdit ediyor, batıda Arzawa beylikleri isyan halindeydi ve güneydoğuda, Mısır'ın müttefiki olan Mitanni-Hurri İmparatorluğu, Kuzey Suriye'deki Hitit nüfuzunu tamamen ortadan kaldırmıştı (Bryce, 2005, s. 165). Hitit Devleti, kendi anavatanına sıkışmış, bölgesel bir güç konumuna gerilemişti.

Ancak Şuppiluliuma, hem usta bir diplomat hem de acımasız bir askeri stratejistti. Saltanatının ilk yıllarını, Hitit anavatanındaki düzeni sağlamaya ve orduyu yeniden yapılandırmaya adadı. Asıl dehasını ise dış politikasında, özellikle de Yakın Doğu'nun en karmaşık coğrafyası olan Suriye'de

gösterdi. O döneme kadar Mısır ve Mitanni arasında bir denge unsuru olan Kuzey Suriye'deki küçük krallıkları, tek bir büyük rakiple, yani Mitanni ile uğraşarak ele geçirmeye odaklandı. Geleneksel savaş yöntemlerinin aksine, Şuppiluliuma, Mitanni'nin kalbine doğrudan saldırmak yerine, Fırat'ın doğusundan dolanarak Mitanni başkenti Waşşukanni'ye sürpriz bir saldırı düzenlediği meşhur "Bir Yıllık Seferi"ni başlattı. Bu hamle, Mitanni Kralı Tuşratta'yı hazırlıksız yakaladı ve krallığını içinden çökerten bir dizi isyanı tetikledi (Goetze, 1965, s. 12).

Mitanni'nin gücünü kırdıktan sonra Şuppiluliuma, Suriye'deki eski Mitanni vasallarını birer birer kendi tarafına çekti. Kimi zaman askeri güçle, kimi zaman da diplomatik evlilikler ve vasallık antlaşmalarıyla bölgede yeni bir düzen kurdu. Karkamış ve Halep gibi stratejik şehirleri fethederek buralara kendi oğullarını kral olarak atadı ve bu şehirleri, Hitit güney sınırını koruyan tampon devletler haline getirdi (Beckman, 1999, s. 24). Bu süreç, Amarna Mektupları'na da yansımış, Mısır'a bağlılık bildiren birçok yerel kralın endişe içinde Hititler'in ilerleyişini firavuna rapor ettiği görülmüştür. Ancak Akhenaten'in pasif politikası, Şuppiluliuma'ya neredeyse serbest bir hareket alanı tanımıştır.

Sonuçta, Tutankhamun öldüğünde ve Ankhesenamun o meşhur mektubu yazdığına, I. Şuppiluliuma artık dağlık anavatanına sıkışmış bir kral değil, Mısır firavunu ile eşit statüde olduğunu iddia eden bir "Büyük Kral"dı. Orduları Mısır'ın geleneksel nüfuz alanının hemen sınırında duruyordu ve Kuzey Suriye'nin zengin ticaret yolları artık onun kontrolündeydi. Yıllardır Mısır'ın zayıflığını ve diplomatik hatalarını izlemiş, bunlardan faydalanarak kendi imparatorluğunu kurmuştu. Dolayısıyla, Mısır sarayından gelen bu inanılmaz teklif, onun başkentine ulaştığında, bu sadece şaşkınlık yaratmakla kalmadı, aynı zamanda Şuppiluliuma'nın on yıllardır ilmek ilmek işlediği büyük stratejisinin potansiyel bir zirve noktası olarak da görülmüş olabilir. Mısır'ın kendisi, artık bir savaşla değil, bir evlilikle Hitit nüfuzu altına girme ihtimaliyle karşı karşıyaydı.

Kraliçe Ankhesenamun tarafından gönderilen orijinal mektup (muhtemelen papirüs üzerine yazılmıştı) günümüze ulaşmamıştır. Bu sıra dışı diplomatik temas hakkındaki tüm bilgimiz, tamamen Hitit tarafının tuttuğu kayıtlara dayanmaktadır. Olayların en detaylı anlatımı, I. Şuppiluliuma'nın ölümünden sonra oğlu ve halefi II. Murşili tarafından derlenen ve babasının kahramanlıklarını ve siyasi başarılarını anlatan "I. Şuppiluliuma'nın Yıllıkları" (İng. The Deeds of Şuppiluliuma) adlı kapsamlı metinde yer almaktadır. Bu metin, olayları bir Hitit perspektifinden aktarsa da mektubun içeriği ve yarattığı etki hakkında dikkat çekici bilgiler sunar.

"Yıllıklar"a göre, Kral Şuppiluliuma, Fırat Irmağı'nın kenarındaki stratejik Karkamış kentini kuşatmakla meşgulken Mısır'dan bir elçi olan Hani'nin geldiği haberi kendisine ulaşır. Elçi, Mısır'ın dul kraliçesinden gelen ve Hitit kralını hayrete düşüren bir mesaj getirmiştir. Metinde kraliçenin, Mısır dilindeki adıyla değil, Hititlerin Mısır kraliçeleri için kullandığı genel bir unvan olan "Dahamunzu" olarak anıldığı görülür. Murşili'nin aktardığına göre, Kraliçe'nin mektubundaki ifadeler şöyledir:

"Kocam öldü ve benim bir oğlum yok. Senin ise pek çok oğlun olduğunu söylüyorlar. Eğer bana oğullarımdan birini verirsen, o benim kocam olur. Asla bir hizmetkârımı seçip onu kocam yapmayacağım." (Bryce, 2005, s. 194; Beckman, 1999, s. 23) .

Bu birkaç cümle, Mısır'ın içinde bulunduğu derin siyasi krizi ve kraliçenin çaresizliğini tüm çıplaklığıyla ortaya koymaktadır. "Kocam öldü ve benim bir oğlum yok" ifadesi, 18. Hanedan'ın meşru kan hattının sona erdiğini ve tahtın tehlikede olduğunu ilan etmektedir. Ancak en çarpıcı ve diplomatik

açıdan en cüretkâr olan kısım, son cümledir: "Asla bir hizmetkârımı seçip onu kocam yapmayacağım." Buradaki "hizmetkâr" (Hitit metnindeki kelime şubala) ifadesinin, kraliçenin taht üzerinde hak iddia eden ancak soylu olmayan Mısırlı bir yetkiliyi, büyük olasılıkla Vezir Ay'ı, aşağılayıcı bir dille reddetmesi anlamına geldiği konusunda tarihçiler arasında genel bir fikir birliği vardır (Redford, 1984, s. 218). Bu ifade, Ankhesenamun'un kişisel onurunu ve kraliyet kanının üstünlüğünü koruma arzusunu gösterirken, aynı zamanda bu evliliğe zorlandığı takdirde ne kadar radikal bir alternatif arayışına girebileceğini de ortaya koymaktadır.

Bu teklif, dönemin uluslararası ilişkiler normlarına tamamen aykırıydı. Mısır firavunları, diplomatik ittifaklar kurmak için Hitit, Babil veya Mitanni prenseslerini kendi haremlerine kabul eder, ancak kendi kızlarını veya kraliçelerini asla yabancı bir krala eş olarak göndermezlerdi. Mısır, kendini dünyanın merkezinde gördüğü için, bir Mısır prensesinin yabancı bir ülkeye "verilmesi" ulusal bir onursuzluk olarak kabul edilirdi (Aldred, 1988, s. 290). Ankhesenamun'un bu tabuyu yıkarak sadece bir prens istemekle kalmayıp, onu Mısır'ın firavunu yapmayı teklif etmesi, içinde bulunduğu durumun vahametini ve Mısır sarayındaki güç mücadelesinin ne denli çetin geçtiğini göstermektedir. Hitit kayıtlarına göre, Şuppiluliuma'nın bu mesaja ilk tepkisi tam bir şüphe ve güvensizlik olmuştur.

"Yıllıklar", kralın yüksek sesle, "Böyle bir şey hayatımda hiç olmamıştı!" diye haykırdığını kaydeder (Gurney, 1990, s. 28). Teklifin bir tuzak olabileceğinden şüphelenen tecrübeli kral, hemen kabul etmek yerine temkinli davranmıştır. Saray konseyini toplamış ve durumu değerlendirdikten sonra, odacısı Hattuşa-ziti'yi Mısır'a göndererek mesajın doğruluğunu araştırmasını, kraliçenin gerçekten bir oğlu olup olmadığını ve Mısır'daki siyasi durumu yerinde tespit etmesini emretmiştir. Bu temkinli yaklaşım, I. Şuppiluliuma'nın önündeki fırsatın büyüklüğünün farkında olduğunu, ancak Mısır gibi karmaşık bir güce karşı atacağı adımlarda ne kadar dikkatli olması gerektiğini de bildiğini göstermektedir.

Mektuba baktığımızda; "Kocam öldü ve benim bir oğlum yok."

Bu, analizin başlangıç noktasıdır. Görünüşte basit bir durum tespiti olan bu cümle, aslında bir süper gücün uluslararası arenada bir rakibine yapabileceği en tehlikeli itiraftır: "bir hanedan krizi ilanı". Antik dünyada, özellikle de tanrı-kral anlayışının hüküm sürdüğü Mısır'da, meşru bir erkek vârisin yokluğu, devletin temelini sarsan bir istikrarsızlık anlamına geliyordu (Aldred, 1988, s. 291). Bu cümle, kişisel bir yastan çok, siyasi bir alarmdır. Ankhesenamun bu sözlerle Şuppiluliuma'ya üstü kapalı olarak şu mesajı vermektedir: "Mısır'ın düzeni bozuldu, meşruiyet zinciri koptu ve taht savunmasız." Bu, normal şartlarda bir hükümdarın asla rakibine belli etmeyeceği bir zayıflık anının diplomatik kayıtlara geçmiş halidir ve kraliçenin ne kadar köşeye sıkıştığını gösterir.

İlk cümlenin yarattığı zayıflık ve kriz tablosunun hemen ardından gelen bu ifade, diplomatik bir dehanın ürünüdür. Bu cümleyle Ankhesenamun aynı anda birkaç hedefi birden vurmaktadır. Birincisi, Şuppiluliuma'nın gücünü ve hanedanının istikrarını överek ona diplomatik bir jest yapar. Antik krallık ideolojisinde çok sayıda erkek çocuğa sahip olmak, kralın gücünün, bereketinin ve tanrılar tarafından kutsandığının bir işaretiydi. İkincisi, kendi talebini daha makul bir çerçeveye oturtur. Şuppiluliuma'dan tek ve değerli vârisini değil, "pek çok oğlundan sadece birini" istediğini ima ederek, talebinin Hitit Devleti için bir hanedan riski oluşturmayacağını altını çizer. Bu, "Sen güçlüsün ve kaynakların bol, ben ise muhtacım" diyerek hem bir övgü hem de stratejik bir talep zemini oluşturma hamlesidir.

"Eğer bana oğullarından birini verirsen, o benim kocam olur."

İşte teklifin kalbi ve en radikal kısmı budur. Bu cümlenin alt metni, basit bir evlilik teklifinden çok daha derindir. Ankheseenamun, 18. Hanedan'ın yaşayan son meşru temsilcisi olarak, evleneceği erkeğe Mısır tahtını yasallaştırma gücünü sunmaktadır. Yani "kocam olur" ifadesi, aslında "Mısır'ın bir sonraki firavunu olur" anlamına gelmektedir (Bryce, 2005, s. 196). Kraliçe, bir Hitit prensine dünyanın en zengin ve en prestijli krallığının tacını teklif etmektedir. Bu, Şuppiluliuma için on yıllardır süren Suriye mücadelelerinin ve Mısır ile olan rekabetinin, tek bir kurşun atmadan, diplomatik bir zaferle taçlanması ihtimaliydi. Teklifin büyüklüğü, Şuppiluliuma'nın ilk başta neden buna inanmadığını da açıklamaktadır.

"Asla bir hizmetkârımı seçip onu kocam yapmayacağım."

Bu, mektubun kilit ifadesi ve Ankheseenamun'un gerçek motivasyonunu ortaya koyan cümledir. Bu ifade, onun stratejisini bir çaresizlik anından çıkarıp, bilinçli bir siyasi direnişe dönüştürür. İç düşmanın ortaya çıkması adına "Hizmetkâr" (şubala) kelimesi, aşağılayıcı ve küçümseyici bir tona sahiptir. Bu, sıradan bir saray görevlisini değil, kraliyet kanı taşımayan ancak tahtı ele geçirebilecek kadar güçlü birini, yani büyük olasılıkla Vezir Ay'ı işaret etmektedir (Tyldesley, 2012, s. 204). Ankheseenamun bu sözle, Şuppiluliuma'ya sadece bir koca aramadığını, aynı zamanda Mısır içindeki bir düşmana karşı dışarıdan bir müttefik aradığını da ilan etmektedir. Bu, olayı bir hanedan evliliği teklifinden, bir iç savaşı önlemek için yabancı müdahale talebine dönüştürür. Hitit kayıtları, kralın bunun kendisini ve bir oğlunu tuzağa çekmek için Mısır tarafından kurgulanmış bir oyun olabileceğinden ciddi şekilde endişelendiğini açıkça belirtir. Bu nedenle, tarihin en büyük fırsatlarından biri olabilecek bu teklife balıklama atlamak yerine, bir istihbarat operasyonu başlatmaya karar verdi. Güvendiği adamlarından biri olan odacısı Hattuşa-ziti'yi Mısır'a göndererek durumu yerinde incelemesini, kraliçenin anlattıklarının doğru olup olmadığını ve Mısır sarayındaki gerçek güç dengelerini öğrenmesini emretti.

Hitit kayıtları, kralın bunun kendisini ve bir oğlunu tuzağa çekmek için Mısır tarafından kurgulanmış bir oyun olabileceğinden ciddi şekilde endişelendiğini açıkça belirtir. Bu nedenle, tarihin en büyük fırsatlarından biri olabilecek bu teklife balıklama atlamak yerine, bir istihbarat operasyonu başlatmaya karar verdi. Güvendiği adamlarından biri olan odacısı Hattuşa-ziti'yi Mısır'a göndererek durumu yerinde incelemesini, kraliçenin anlattıklarının doğru olup olmadığını ve Mısır sarayındaki gerçek güç dengelerini öğrenmesini emretti.

Hattuşa-ziti'nin Mısır'a gidip geri dönmesi, antik çağ koşullarında aylar süren bir süreçti. Bu uzun bekleyiş, en çok Mısır'daki Kraliçe Ankheseenamun üzerinde yıkıcı bir baskı oluşturmuş olmalıdır. Onun planı, hızlı ve kararlı bir hamleyle Vezir Ay'ı saf dışı bırakıp Mısır'a yeni ve meşru bir kral getirmek üzerine kuruluydu. Ancak Hititlerin bu gecikmesi, onun pozisyonunu her geçen gün daha da zayıflatıyordu. Mısır sarayındaki rakipleri, kraliçenin bu "ihanet" olarak görülebilecek hamlesini öğrenmiş olabiliyorlardı. Her gün, Ay'ın onunla evlenerek tahtı ele geçirme baskısı artıyor, kraliçenin oynadığı büyük kumar aleyhine işliyordu (Tyldesley, 2012, s. 205). Bu gergin ve umutsuz bekleyiş, Hattuşa-ziti nihayet Hitit başkentine döndüğünde kraliçenin gönderdiği ikinci mesaja da yansıtacaktı.

Hattuşa-ziti, yanında Mısır'dan bir elçiyle birlikte geri döndüğünde, getirdiği ikinci mektup, ilk mektuptaki çaresiz tondan çok farklıydı. Bu kez kraliçe, Şuppiluliuma'nın şüpheliğine karşı öfkeli ve sitemkâr bir dil kullanıyordu. "Yıllıklar"da bu ikinci mesaj şu şekilde aktarılır:

"Neden 'Beni aldatıyorlar' dedin? Bu senin tarzın olmamalı. Eğer bir oğlum olsaydı, kendi ülkemin utancını ve benim utancımı yabancı bir ülkeye bu şekilde yazar mıydım? Bana inanmadın ve hatta bana hakaret ettin. Kocamı öldüren kişi, şimdi benimle evlenmek istiyor olabilir. Belki de bu yüzden sana yazıyorum. Oğlunu bana gönder. Ben onu sadece kocam olarak almayacağım, Mısır'da o kral olacak." (Güterbock, 1956, s. 102'den uyarlanarak; Bryce 2005, s. 197).

Bu ikinci metnin analizi, ilkinde göre daha da fazla ipucu barındırır:

Sitem ve Hakaret niteliği taşır halde, "Neden 'Beni aldatıyorlar' dedin?" ve "bana hakaret ettin" ifadeleri, kraliçenin diplomatik bir dilden çıkarak kişisel bir siteme geçtiğini gösterir. Artık o, yardım isteyen birinden çok, onuru zedelenmiş bir hükümdar olarak konuşmaktadır. Bu, Şuppiluliuma'yı utandırarak onu harekete geçmeye zorlamayı amaçlayan bir retorik stratejisidir. Duygusal anlamda: "Eğer bir oğlum olsaydı, kendi ülkemin utancını... yazar mıydım?" sorusu, onun en güçlü argümanıdır. Bu, "Hiçbir hükümdar, mecbur kalmadıkça kendini ve ülkesini bu denli küçük düşürmez. Benim durumumun gerçek olduğunun en büyük kanıtı, bu mektubu yazmış olmamdır," demenin diplomatik yoludur.

Şüphelendiği bazı hususlar olmalı ki; "Kocamı öldüren kişi, şimdi benimle evlenmek istiyor olabilir" cümlesi, metne eklenmiş yeni ve çok önemli bir detaydır. Kraliçe burada ilk kez, kocasının bir suikasta kurban gittiğini ve katilin şimdi de kendisiyle evlenmeye çalıştığını ima ederek tehdidin boyutunu açıkça ortaya koyar. Bu hem Şuppiluliuma'nın şüphelerini gidermeyi hem de zamanın ne kadar daraldığını vurgulamayı amaçlayan dramatik bir ifadedir.

Bu ikinci, daha duygusal ve daha açık sözlü mesaj, I. Şuppiluliuma'nın son şüphelerini de ortadan kaldırmış görünmektedir. Kraliçenin samimiyetine ve durumun ciddiyetine artık ikna olmuştu. Karşısındaki risk hâlâ çok büyüktü, ancak potansiyel ödül, yani Mısır'ın kontrolü, bu riski almaya değerdi. Ve böylece, "Yıllıklar"ın anlattığına göre kral, oğullarından biri olan Zannanza'yı Mısır'a doğru o kader yolculuğuna gönderme kararını verdi.

I. Şuppiluliuma'nın, Kraliçe Ankhesenamun'un ikinci ve sitemkâr mektubuna ikna olup oğlu Prens Zannanza'yı Mısır'a gönderme kararı almasıyla, "Zannanza Olayı" son ve en trajik perdesine girdi. Hitit sarayından büyük umutlarla ve muhtemelen gösterişli bir kabileyle yola çıkan Prens Zannanza, Mısır'a asla ulaşamadı. "I. Şuppiluliuma'nın Yıllıkları"nda acı bir şekilde belirtildiği gibi, Hitit prensi ve beraberindeki heyet, Mısır sınırları içinde veya Mısır kontrolündeki bir bölgede pusuya düşürülerek katledildi (Bryce, 2005, s. 198). Bu suikastın arkasında kimin olduğu Hitit kaynaklarında net olarak belirtilmese de modern tarihçiler neredeyse oybirliğiyle baş şüphelinin, Tutankhamun'un ölümünden sonra tahta çıkan ve Ankhesenamun ile evlenen Vezir Ay olduğunu düşünmektedir (Brier, 2010, s. 145). Zannanza'nın Mısır'a ulaşıp Ankhesenamun ile evlenmesi, Ay'ın firavun olma hayallerinin sonu anlamına gelecekti. Dolayısıyla, Hitit prensini daha Mısır sarayına varmadan ortadan kaldırmak, Ay ve onu destekleyen General Horemheb gibi figürler için iktidarı garantilemenin tek yoluydu. Bu hamleyle Ankhesenamun'un kumarı başarısız olmakla kalmamış, aynı zamanda Mısır'ı en büyük rakibiyle bir savaştan eşliğine getirmiştir.

Oğlunun öldürüldüğü haberi Hattuşa'ya ulaştığında, I. Şuppiluliuma'nın şüpheçiliği ve umudu, yerini derin bir yasa ve dizginlenemez bir öfkeye bıraktı. Hitit kayıtları, kralın acısını ve Mısırlılara yönelik suçlamalarını canlı bir dille aktarır. Şuppiluliuma, Mısırlıları sadece bir prensi öldürmekle değil, aynı zamanda tanrılar nezdinde kutsal olan bir güven ilişkisini ve diplomatik dokunulmazlığı ihlal etmekle suçlamıştır. "Yıllıklar"a göre, Şuppiluliuma'nın elçileri yeni Firavun Ay'ın huzuruna çıktığında, Ay suçu reddetmiş ve olayı Mısır'a yüklemeye çalışan bir tavır sergilemiştir. Ancak bu inkârlar, oğlunun yasını tutan Hitit kralını yatıştırmaya yetmedi (Beckman, 1999, s. 25).

Diplomasinin tamamen çöktüğü bu noktada, Şuppiluliuma intikam yemini etti. Yasını bir kenara bırakarak Mısır'a karşı bir savaş hazırlığına girişti. Ordusunun başına oğlu ve veliahtı Arnuwanda'yı geçirerek Mısır'ın Suriye'deki topraklarına (özellikle Amka bölgesine) büyük bir askeri sefer düzenledi. Hitit ordusu, hazırlıksız yakalanan Mısır güçlerine karşı ezici bir zafer kazandı ve çok sayıda esir ve büyük bir ganimetle Hattuşa'ya geri döndü. Zannanza'nın kanı, iki süper güç arasında uzun sürecek bir düşmanlık ve savaş dönemini başlatan casus belli (savaş nedeni) olmuştu.

Öyle ki, hikâyenin sonunda trajik ve ironik bir olay daha yaşandı. Suriye'den dönen Hitit rdusu'nun Mısırlı savaş esirleriyle birlikte getirdiği bir salgın hastalık, kısa sürede tüm Hitit anavatanına yayıldı. Tarihe "Hitit Vebası" olarak geçen bu salgın, yirmi yıl boyunca Hitit nüfusunu kırmış, imparatorluğu derinden sarsmıştır. Ve en büyük ironi, bu vebanın en ünlü kurbanının, intikam seferini emreden I. Şuppiluliuma'nın kendisi olmasıydı. Oğlunun intikamını alan büyük kral, bu intikamın bir sonucu olarak kendi hayatını da kaybetti. Sonuçta, Zannanza Olayı'nın hiçbir kazananı olmadı: Ankhesenamun tahtını, gücünü ve muhtemelen hayatını kaybetti; Prens Zannanza Mısır'a firavun olma hayallerine ulaşmadan can verdi ve Kral Şuppiluliuma, kazandığı zaferin bedelini kendi hayatıyla ödedi. Antik Mısır Tarihi'nde eşi benzeri görülmemiş olan Ankhesenamun'un mektubu, onun için bir kurtuluş umudu ve stratejik bir kumar olabilir; ancak Mısır'ın köklü saray bürokrasisi için bu, doğrudan bir ihanet, bir hakaret ve kurulu düzene yönelik bir saldırı anlamına geliyordu. Yüzyıllardır devleti yöneten, firavunlar değişse de gücünü koruyan bu elit tabaka için mektubun ifade ettiği anlamlar şunlardı:

Mısır saray bürokrasisi, özellikle de 18. Hanedan'ın son dönemlerindeki gibi istikrarsız zamanlarda, gücün asıl sahibiydi. Tutankhamun'un arkasındaki en yetkili isimler olan yaşlı ve tecrübeli Vezir Ay ile ordunun başındaki General Horemheb, firavunun ölümünden sonra iktidarın doğal adaylarıydı (Manley, 1996, s. 115). Mısır geleneğinde, bir önceki firavunun dul eşiyle evlenmek, tahta geçiş için önemli bir meşruiyet aracıydı. Dolayısıyla Ay'ın planı, büyük olasılıkla Ankhesenamun ile evlenerek kendisini firavun ilan etmekte. Kraliçenin mektubu, bu planı ve Ay'ın tüm hırsını baltalayan bir hamleydi. Ankhesenamun, Mısır'ın iç güç dengelerini tamamen yok sayarak, kendisini piyon olarak kullanmalarına izin vermeyeceğini ve gerekirse tüm oyun tahtasını devireceğini ilan ediyordu. Bu, bürokrasinin kendi arasındaki güç paylaşımı hesaplarını altüst eden, affedilmez bir cüretti.

Kadim Mısır inancının temelinde, evrensel düzeni, dengeyi ve adaleti temsil eden Ma'at kavramı yatardı. Firavun, tanrılar ile insanlar arasında bu kozmik düzenin koruyucusu ve yeryüzündeki en somut tezahürüydü (Assmann, 2001, s. 154). Mısır'ın en büyük rakibi ve "barbar" olarak görülen Hatti diyarından bir prensin, Horus'un yeryüzündeki yansıması olan firavunluk tahtına oturması fikri, sadece siyasi bir sorun değil, aynı zamanda kozmik bir felaket senaryosuydu. Bu, Ma'at'ın temelinden sarsılması, Mısır'ın tanrılar nezdindeki kutsallığının ve üstünlüğünün yok edilmesi demektir. Özellikle



Amarna sapkınlığından sonra Amon rahiplerinin gücünü yeniden kazandığı bir dönemde, bir "yabancı" tanrı-kral olması fikri, tüm dini ve idari elit için kabul edilemez bir sapkınlıktı.

Mısır'ın dış politikası, binlerce yıldır değişmeyen bir temel prensibe dayanıyordu: Mısır merkezdir, diğer tüm ülkeler ona hizmet eder. Firavunlar, siyasi bir lütuf olarak yabancı prensesleri haremlerine alırdı, ancak bir Mısır prensesi asla bir yabancıya "verilmezdi". Ankhesenamun'un mektubu, bu temel üstünlük ilkesini yerle bir ediyordu. Bu mektup, Mısır'ın en büyük rakibine "Biz kendi içimizde bir kral çıkaramıyoruz, lütfen siz bize birini gönderin" demektir. Bu, General Horemheb gibi hayatını Mısır ordusunun yenilmezliği imajı üzerine kurmuş bir komutan için tahammül edilemez bir zayıflık göstergesi ve ulusal bir aşağılanmaydı. Kraliçe, kişisel iktidar mücadelesi için tüm imparatorluğun onurunu ve prestijini feda etmişti. Bütün bu olasılıklar bir araya geldiğinde Mısır saray bürokrasisinin Zannanza'nın öldürülmesini neden bir zorunluluk olarak gördüğü anlaşılmaktadır. Onların gözünde bu, basit bir suikast değil; devleti, dini düzeni (Ma'at) ve ulusal onuru, kendi kraliçelerinin irrasyonel ve tehlikeli hamlesine karşı korumak için yapılmış önleyici bir meşru müdafaa eylemiydi. Prens Zannanza'nın Mısır'a ayak basması, onların hem kişisel sonu hem de inandıkları her şeyin çöküşü demektir. Bu yüzden, Hitit prensini ortadan kaldırmak, Mısır'ın "derin devleti" için ülkenin bekasını sağlama almanın tek rasyonel yoluydu. Bu olay, Mısır'da firavunun mutlak gücünün bile, organize bir bürokrasi ve ordu ittifakı karşısında ne kadar kırılabilir olabileceğinin en dramatik kanıtlarından biri olarak tarihe geçmiştir.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Mısır Kraliçesi Ankhesenamun'un Hitit Kralı I. Şuppiluliuma'ya gönderdiği mektup ve onu takip eden trajik "Zannanza Olayı", Geç Tunç Çağı'nın siyasi tarihinin en sıra dışı ve aydınlatıcı anlarından biridir. Bu çalışma, söz konusu mektubun yalnızca çaresiz bir dul kraliçenin kişisel feryadı olmadığını; aksine, Amarna Çağı'nın yarattığı benzersiz siyasi ve ideolojik krizin bir ürünü olan, bilinçli ve cüretkâr bir stratejik hamle olduğunu göstermeyi amaçlamıştır. Analiz, olayın sadece iki hanedan arasındaki bir etkileşimden ibaret olmadığını, aynı zamanda Mısır'ın iç güç dinamiklerini, dönemin uluslararası diplomasi kurallarını ve bir süper gücün kendi içindeki kırılma noktalarını da gözler önüne seren bir mikro-tarih anlatısı olduğunu ortaya koymuştur.

Çalışmanın gösterdiği gibi, Ankhesenamun'un hamlesi, Mısır'ın Akhenaten'in radikal devrimiyle yaşadığı derin sarsıntıdan ayrı düşünülemez. Bu dönemde zayıflayan Mısır'ın uluslararası prestiji ve buna paralel olarak I. Şuppiluliuma liderliğinde yükselen Hitit gücü, böyle bir teklifin hem "gerekli" hem de "mümkün" görüldüğü bir siyasi zemin yaratmıştır. Mektubun satır satır analizi, kraliçenin sadece bir koca aramadığını; aynı zamanda Mısır tahtını ele geçirmeye hazırlanan Vezir Ay gibi figürlere karşı dış bir müttefik arayarak Mısır'ın "iç dinamikleri"ne karşı bir kumar oynadığını ortaya koymuştur. Bu kumar, Mısır'ın binlerce yıllık diplomatik ve kültürel tabularını (bir kraliçenin yabancı bir prensle evlenmesi ve onu firavun yapması) yıkmak pahasına göze alınmıştır.

Ancak bu olay, aynı zamanda Mısır saray bürokrasisinin, firavunun iradesi karşısındaki gücünü ve sınırlarını da net bir şekilde göstermiştir. Kraliçenin hamlesi, Ay ve Horemheb gibi yönetici elitler tarafından kişisel hırslarına, Mısır'ın kozmik düzenine (Ma'at) ve ulusal onuruna



yönelik affedilmez bir ihanet olarak algılanmıştır. Prens Zannanza'nın Mısır'a ulaşmadan katledilmesi, bu bürokratik yapının kendi bekasını ve kurulu düzeni korumak için ne kadar acımasız olabileceğinin bir kanıtıdır. Nihayetinde, bu olaylar zinciri kimseye bir zafer getirmemiştir. Ankhesenamun'un planı başarısızlıkla sonuçlanmış, Zannanza hayatını kaybetmiş ve intikam peşindeki Şuppiluliuma'nın kendisi dahi başlattığı savaşın bir sonucu olan veba salgınında can vermiştir.

Sonuç olarak, "Ankhesenamun'un Meuktubu", Geç Tunç Çağı'nın karmaşık uluslararası sisteminin ne kadar kişisel, kırılabilir ve öngörülemeyen olabileceğinin altını çizer. Bir kraliçenin siyasi bir aktör olarak inisiyatif aldığı, ancak köklü bir bürokratik yapıya ve değişmez görünen geleneklere yenik düştüğü bu trajedi, tarihin akışının nasıl tek bir olayla değişebileceğini göstermektedir. Bu başarısız diplomatik girişim, Mısır ile Hititler arasında on yıllarca sürecektir bir düşmanlık dönemini başlatmış, 18. Hanedan'ın sonunu getirmiş ve Yakın Doğu'nun siyasi haritasını kalıcı olarak şekillendirmiştir. Bu nedenle, 3300 yıl önce yazılmış bir mektubun yankıları, günümüz tarihçileri için hala güç, diplomasi ve ihanet üzerine zengin bir ders sunmaya devam etmektedir.

## KAYNAKÇA

- Aldred, C. (1988). *Akhenaten: King of Egypt*. Thames & Hudson.
- Assmann, J. (2001). *The Search for God in Ancient Egypt*. Cornell University Press.
- Beckman, G. M. (1999). *Hittite Diplomatic Texts* (2nd ed.). Society of Biblical Literature.
- Brier, B. (2010). *The Murder of Tutankhamen: A True Story* (Rev. ed.). Berkley Books.
- Bryce, T. (2005). *The Kingdom of the Hittites*. Oxford University Press.
- Goetze, A. (1965). The Struggle for the Domination of Syria (1400–1300 B.C.). In *The Cambridge Ancient History* (C. 2, S. 2). Cambridge University Press.
- Gurney, O. R. (1990). *The Hittites* (2nd ed.). Penguin Books.
- Güterbock, H. G. (1956). The Deeds of Suppiluliuma as Told by His Son, Mursili II. *Journal of Cuneiform Studies*, 10(4), 107-130.
- Hart, G. (2000). *Egyptian Myths*. British Museum Press.
- Kemp, B. J. (2012). *The City of Akhenaten and Nefertiti: Amarna and Its People*. Thames & Hudson.
- Koç, İ. (2022). *I. Şuppiluliuma ve Dönemi*. (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara, Turkey.
- Liverani, M. (2001). *Amarna Diplomacy: The Beginnings of International Relations* (A. B. Knapp, Trans.). Johns Hopkins University Press.



- Manley, B. (1996). *The Penguin Historical Atlas of Ancient Egypt*. Penguin Books.
- Moran, W. L. (1992). *The Amarna Letters*. Johns Hopkins University Press.
- Redford, D. B. (1984). *Akhenaten: The Heretic King*. Princeton University Press.
- Tyldesley, J. (2012). *Tutankhamen: The Search for an Egyptian King*. Basic Books.
- Van De Mieroop, M. (2016). *A History of the Ancient Near East, ca. 3000-323 BC* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.

## Üniversite Son Sınıf Öğrencilerinde Kariyer Stresi ile Kariyer Uyumu Arasındaki İlişkide Proaktif Kariyer Davranışının Aracılık Rolü

Ahmet ALKAL

aalkal@bingol.edu.tr; Bingöl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bingöl/Türkiye.

---

### Özet

Bu araştırmanın amacı, üniversite son sınıf öğrencilerinde kariyer stresi ile kariyer uyumu arasındaki ilişkide proaktif kariyer davranışının aracılık rolünü incelemektir. Çalışmanın örneklemini, 2024-2025 bahar döneminde Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 306 üniversite son sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Veriler çevrimiçi anket yoluyla toplanmış, analizlerde Pearson korelasyon ve PROCESS Macro v3.4 (Model 4) kullanılmıştır. Korelasyon analizi sonuçları, kariyer stresi ile kariyer uyumu ( $r=-.53$ ,  $p<.01$ ) ve proaktif kariyer davranışı ( $r=-.41$ ,  $p<.01$ ) arasında negatif; proaktif kariyer davranışı ile kariyer uyumu ( $r=.45$ ,  $p<.01$ ) arasında ise pozitif ilişkiler olduğunu göstermiştir. Aracılık analizinde, kariyer stresi ile kariyer uyumu arasındaki ilişkide proaktif kariyer davranışının kısmi aracılık rolü olduğu belirlenmiştir. Bulgular, proaktif kariyer davranışının kariyer stresinin olumsuz etkilerini hafifleten ve öğrencilerin kariyer uyumunu güçlendiren önemli bir koruyucu faktör olduğunu ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kariyer Stresi, Kariyer Uyumu, Proaktif Kariyer Davranışı

---

### Abstract

The aim of this study is to examine the mediating role of proactive career behavior in the relationship between career stress and career adaptability among senior university students. The sample consisted of 306 final-year students enrolled at a public university in Eastern Anatolia during the spring semester of the 2024-2025 academic year. Data were collected through an online survey, and Pearson correlation and PROCESS Macro v3.4 (Model 4) were employed in the analyses. Correlation analysis revealed negative relationships between career stress and career adaptability ( $r=-.53$ ,  $p<.01$ ), as well as career stress and proactive career behavior ( $r=-.41$ ,  $p<.01$ ), while a positive relationship was found between proactive career behavior and career adaptability ( $r=.45$ ,  $p<.01$ ). Mediation analysis indicated that proactive career behavior partially mediated the relationship between career stress and career adaptability. The findings highlight that proactive career behavior functions as a protective factor, mitigating the negative effects of career stress and enhancing students' career adaptability.

**Keywords:** Career Stress, Career Adaptability, Proactive Career Behavior

---

## GİRİŞ

Üniversite son sınıf, öğrencilerin eğitim hayatından iş yaşamına geçmeye hazırlandıkları ve istihdam piyasasının belirsizlikleriyle yüzleştikleri önemli bir dönemi temsil etmektedir. Bu dönemde, iş bulma kaygısı, kariyer karar verme zorunluluğu ve rekabetçi iş piyasasına uyum sağlama gibi zorluklar, öğrencilerde kariyer stresi yaratabilmektedir (Choi vd., 2011; Özden ve Sertel-Berk, 2017). Kariyer stresi, bireylerin kariyer gelişim süreçlerinde karşılaştıkları belirsizlikler, iş bulma kaygısı, rol çatışmaları ve kariyerle ilgili talepler karşısında yaşadıkları olumsuz psikolojik ve fizyolojik tepkiler olarak tanımlanmaktadır (Guan vd., 2013; Koen vd., 2012). Kariyer stresinin bireylerin kariyer gelişim süreçlerini olumsuz etkileyerek kariyer karar verme güçlüklerine yol açabileceği (Creed & Hughes, 2013; Guan vd., 2013) ve öğrencilerin kariyer uyumunu olumsuz yönde etkileyebileceği vurgulanmaktadır (Hirschi, 2009; Koen vd., 2012).

Kariyer uyumu, bireylerin kariyer gelişim sürecinde karşılaştıkları görevler, geçişler ve olası zorluklarla başa çıkabilme kapasitelerini ifade eden psikososyal bir kaynak olarak tanımlanmaktadır. Kariyer uyumu; kontrol, merak, güven ve kaygı olmak üzere dört boyuttan oluşmaktadır. Kontrol boyutu, bireyin kariyerine ilişkin sorumluluk üstlenmesi ve karar alma süreçlerinde öz disiplin göstermesiyle ilgilidir. Merak, bireyin hem kendisini hem de çevresindeki kariyer olanaklarını keşfetmeye yönelik ilgisini ve istekliliğini ifade eder. Güven, bireyin kariyer hedeflerini gerçekleştirme noktasında kendi yeterliliklerine duyduğu inancı yansıtırken, kaygı bireyin gelecekteki kariyerine ilişkin farkındalık geliştirerek plan yapabilme kapasitesini kapsamaktadır. Bu dört boyutun bireyin iş yaşamındaki değişimlere uyum sağlama, farklı kariyer senaryolarını keşfetme ve belirlediği hedeflere yönelik girişimlerde bulunma yeterliliğini desteklediği vurgulanmaktadır (Savickas, 1997, 2005; Savickas & Porfeli, 2012).

Önceki araştırmalar, kariyer stresinin öğrencilerin kariyer uyum düzeyleri üzerinde olumsuz etkileri olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin, üniversite öğrencileri üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar, kariyer stresi ile kariyer uyumu arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir (Duru ve Gültekin, 2020; Uslu vd., 2024). Benzer şekilde, iş yaşamına ilişkin stresörlerin çalışanların kariyer uyum düzeylerini olumsuz etkilediği rapor edilmiştir (Yu vd., 2019). Bu sonuçlar, kariyer stresinin hem üniversite öğrencilerinin hem de çalışma hayatındaki bireylerin kariyer uyumunu zayıflatan önemli bir faktör olduğunu göstermektedir.

Literatürde, kariyer stresinin kariyer uyumu üzerindeki doğrudan etkilerinin yanı sıra çeşitli psikolojik süreçlerde aracılık rolü oynadığı da vurgulanmaktadır. Örneğin, Demirtaş ve Kara (2022), kariyer stresinin kariyer uyumu ile işsizlik kaygısı arasındaki ilişkide anlamlı bir aracılık etkisine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, kariyer stresinin bireylerin mesleki gelişimlerine yönelik kaygıları ve belirsizlik algıları üzerinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Diğer yandan, kariyer uyumunun bireylerin stresle başa çıkma kapasitelerini artırarak koruyucu bir işlev üstlendiği literatürde sıklıkla dile getirilmektedir. Dong ve diğerleri (2023) tarafından yapılan araştırmada, kariyer uyumunun algılanan stres ile kaygı arasındaki ilişkide düzenleyici bir rol oynadığı ve özellikle kariyer uyum düzeyi yüksek olan hemşirelik öğrencilerinde bu koruyucu etkinin daha belirgin olduğu tespit edilmiştir.

Kariyer stresinin kariyer uyumunu hangi mekanizmalar aracılığıyla zayıflattığı sorusu, literatürde giderek artan bir ilgiyle ele alınmaktadır. Bu bağlamda öne çıkan kavramlardan biri proaktif kariyer davranışıdır. Proaktif kariyer davranışı, bireyin gelecekteki mesleki benliğini ve hedeflerini netleştirerek, kariyer sürecinde aktif bir biçimde inisiyatif almasını ifade etmektedir. Bu inisiyatif;

fırsatları araştırma veya oluşturma, mesleki ve sosyal ağlar kurma, yeni beceriler geliştirme ve sistemli bir kariyer planlaması yapma gibi çeşitli girişimleri kapsamaktadır (Strauss vd., 2012). Proaktif girişimler, kısa vadede belirli maliyetler getirirse de uzun vadede olumlu kariyer sonuçlarını önceleme, çevresel fırsatları araştırma ve öz-yönetim kapasitesini güçlendirme eğilimini içermektedir (Seibert vd., 2001).

Proaktif kariyer davranışının hem bilişsel hem de durumsal belirleyicilerine dikkat çeken araştırmalar, proaktifliğin yalnızca bireysel eğilimlerden değil, aynı zamanda bağlamsal faktörlerden de beslendiğini; ayrıca kariyer uyumu ile karşılıklı bir etkileşim içinde olabileceğini ortaya koymaktadır (Parker vd., 2010). Nitekim, Tolentino ve diğerleri (2014), proaktif kariyer davranışlarının öğrencilerin kariyer uyum düzeylerini güçlendirdiğini ve kariyer stresine rağmen daha etkili başa çıkma stratejileri geliştirmelerine katkıda bulunduğunu göstermiştir. Dolayısıyla, proaktif kariyer davranışlarının kariyer stresi ile kariyer uyumu arasındaki ilişkide aracılık rolü üstlenebileceği ileri sürülebilir. Başka bir ifadeyle, kariyer stresi öğrencilerin kariyer uyumunu doğrudan olumsuz etkilerken, proaktif kariyer davranışları bu olumsuz etkiyi azaltarak uyumu destekleyici bir işlev görebilmektedir (Tolentino vd., 2014; Strauss vd., 2012).

Kariyer stresi ile kariyer uyumu arasındaki ilişkide olası aracılık mekanizmalarının incelenmesi, üniversite öğrencilerinin sağlıklı kariyer gelişim süreçleri açısından önem arz etmektedir. Özellikle Türkiye bağlamında, üniversite öğrencilerinin kariyer gelişimlerini olumsuz etkileyen ekonomik dalgalanmalar, yüksek genç işsizlik oranları ve işgücü piyasasındaki belirsizlikler göz önüne alındığında, kariyer stresi önemli bir sorun alanı olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle, kariyer stresinin kariyer uyumu üzerindeki olumsuz etkilerini azaltabilecek koruyucu faktörlerin incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Proaktif kariyer davranışlarının bu ilişkide aracılık rolü üstlenebileceği varsayımı hem kuramsal hem de uygulamalı açıdan dikkate değerdir. Çalışmanın sonuçları, kariyer danışmanlığı uygulamalarında proaktif kariyer davranışlarının teşvik edilmesine, öğrencilerin kariyer gelişim programlarının daha etkin bir biçimde yapılandırılmasına ve gençlerin iş hayatına daha uyumlu bir geçiş yapmalarına yönelik pratik öneriler sunabilecektir.

Yukarıda ifade edilen kuramsal çerçeve ve önceki ampirik kanıtlara dayanarak, üniversite son sınıf öğrencilerinde kariyer stresi ile kariyer uyumu arasındaki ilişkide, proaktif kariyer davranışının aracı bir mekanizma olarak işlev görebileceği öngörülmüştür. Bu bağlamda mevcut çalışma, kariyer stresi ile kariyer uyumu arasındaki ilişkide proaktif kariyer davranışının aracılık rolünü incelemeyi amaçlayan yeni bir model önermektedir (Şekil 1). Araştırmanın amacı doğrultusunda aşağıdaki hipotezler geliştirilmiştir. Üniversite son sınıf öğrencilerinde;

**H1.** Kariyer stresi, kariyer uyumunu anlamlı ve negatif yönde yordayacaktır.

**H2.** Kariyer stresi, proaktif kariyer davranışını anlamlı ve negatif yönde yordayacaktır.

**H3.** Proaktif kariyer davranışı, kariyer uyumunu anlamlı ve pozitif yönde yordayacaktır.

**H4.** Proaktif kariyer davranışı, kariyer stresi ile kariyer uyumu arasındaki ilişkide aracı rol oynayacaktır.



**Şekil 1.** Araştırma modeli

## YÖNTEM

### Araştırma Modeli

Bu araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli temel alınarak yapılandırılmış ve aracı değişken analizi kullanılarak yürütülmüştür. Bu bağlamda, değişkenler arasındaki ilişkiler ortaya konulmuş ve proaktif kariyer davranışının, kariyer stresi ile kariyer uyumu arasındaki ilişkide aracı bir mekanizma olarak işlev görüp görmediği test edilmiştir.

### 2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın örneklemini, 2024-2025 bahar döneminde Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki bir devlet üniversitesinde öğrenim gören ve kolay örnekleme yöntemiyle belirlenen 306 üniversite son sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Öğrencilerin 169'u kadın, 137'si erkek olup yaşları 22 ile 32 arasında değişmektedir (Yaş<sub>Ortalama</sub>=23.43, Yaş<sub>ss</sub>=1.48). Katılımcıların 68'i (%22.2) algıladıkları sosyoekonomik düzeyini düşük, 152'si (%49.7) orta, 69'u (%22.5) iyi ve 17'si (%5.6) çok iyi olarak belirtmiştir.

### 2.3. Prosedür

Bu araştırma, araştırmacının görev yaptığı üniversitenin Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Karar No: 33117885/824.01/190165). Araştırma verileri, üniversite son sınıf öğrencilerinin gönüllü katılımıyla çevrimiçi ortamda (Google Forms) toplanmıştır. Öğrenciler bilgilendirilmiş onam formunu onaylayarak araştırmaya dâhil olmuşlardır. Katılımcılara herhangi bir maddi teşvik sunulmamıştır.

### 2.4. Veri Toplama Araçları

#### 2.4.1. Kişisel Bilgi Formu

Katılımcıların cinsiyet, yaş ve algılanan sosyo-ekonomik düzey gibi temel demografik özelliklerini belirlemek üzere araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

#### 2.4.2. Kariyer Stresi Ölçeği (KSÖ)

Choi ve diğerleri (2011) tarafından geliştirilen ölçek, Özden ve Sertel-Berk (2017) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. Ölçek, 20 maddeden ve üç alt boyuttan oluşmaktadır. Katılımcılar, her maddeyi 1 (hiç katılmıyorum) ile 5 (tamamen katılıyorum) arasında değişen 5'li Likert tipi derecelendirme üzerinden yanıtlamaktadır. Ölçekten elde edilen puanların artması, bireylerin kariyer stres düzeylerinin

yükseldiğine işaret etmektedir. Türkçe uyarlama çalışmasında ölçeğin iç tutarlılık katsayısı .94 olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada ise ölçeğin genel iç tutarlılık katsayısı .72 olarak bulunmuştur.

#### **2.4.3. Kariyer Uyum Yetenekleri Ölçeği-Kısa Formu**

Savickas ve Porfeli (2012) tarafından geliştirilen ölçek, Işık vd. (2018) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. Ölçeğin kısa formu 12 maddeden ve dört alt boyuttan (kaygı, kontrol, merak, güven) oluşmaktadır. Katılımcılar, maddeleri 1 (hiç güçlü değil) ile 5 (çok güçlü) arasında değişen 5’li Likert tipi derecelendirme ile yanıtlamaktadır. Ölçekten alınan yüksek puanlar, bireyin kariyer gelişim sürecinde karşılaştığı zorluklarla başa çıkabilme kapasitesinin ve psikososyal uyumunun daha yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Doğrulayıcı faktör analizi sonuçları, dört faktörlü yapının iyi uyum gösterdiğini ortaya koymuştur ( $\chi^2/df=2.13$ , GFI=.950, CFI=.966, TLI=.955, RMSEA=.059). İç tutarlılık katsayılarının alt ölçekler için .76 ile .90 arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu çalışmada ise ölçeğin genel iç tutarlılık katsayısı .78 olarak bulunmuştur.

#### **2.4.4. Kariyer Adanmışlık Ölçeği**

Bireylerin proaktif kariyer davranış düzeylerini değerlendirmek amacıyla Hirschi ve diğerleri (2014) tarafından geliştirilen ölçek, Korkmaz ve diğerleri (2020) tarafından Türkçeye uyarlanarak üniversite öğrencileri üzerinde geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Ölçek, dokuz maddeden oluşan tek boyutlu bir yapıya sahiptir. Katılımcılar, her maddeyi 1 (neredeyse hiç) ile 5 (çok sık) arasında değişen 5’li Likert tipi derecelendirme üzerinden yanıtlamaktadır. Ölçekten elde edilen yüksek puanlar, bireylerin proaktif kariyer davranışlarının daha yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Türkçe uyarlama çalışmasında ölçeğin iç tutarlılık katsayısı .88 olarak raporlanırken, bu çalışmada Cronbach Alfa katsayısı .79 olarak bulunmuştur.

#### **2.5. Verilerin Analizi**

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel analizleri IBM SPSS Statistics 25 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sürecine başlamadan önce, verilerin normallik varsayımını karşılayıp karşılamadığı incelenmiş; bu doğrultuda çarpıklık ve basıklık katsayıları değerlendirilerek dağılımın normalliği kontrol edilmiştir. Araştırma değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler (ortalama ve standart sapma) hesaplanmış, değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır. Araştırma modelinin test edilmesi amacıyla, SPSS PROCESS makrosu (versiyon 3.4) kullanılarak Model 4 kapsamında aracılık analizi yapılmıştır. Aracılık etkisinin istatistiksel anlamlılığı, 5000 örneklem üzerinden gerçekleştirilen önyükleme (bootstrap) yöntemiyle ve %95 güven aralıkları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi  $p<.05$  olarak kabul edilmiştir.

### **BULGULAR**

#### **Betimsel İstatistikler ve Korelasyon Analizi Sonuçları**

Araştırmada incelenen değişkenlere ilişkin betimsel istatistikler ile değişkenler arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon analizi bulguları Tablo 1’de sunulmuştur.

**Tablo 1.** Araştırma Değişkenlerinin Betimsel İstatistikleri ve Korelasyon Analizi Sonuçları

Değişkenler	Betimsel İstatistikler			Korelasyon Analizi			
	$\bar{x}$	Ss	Çarpıklık	Basıklık	1	2	3
1. Kariyer Stresi	64.43	8.36	.22	.06	-	-.41**	-.53**
2. Proaktif Kariyer Davranışı	28.01	5.79	-.21	-.46		-	.45**
3. Kariyer Uyumu	40.70	7.27	-.33	-.31			-

\*\*p < 0.01

Tablo 1 incelendiğinde, araştırmada ele alınan değişkenlerin çarpıklık değerlerinin -.33 ile .22 arasında, basıklık değerlerinin ise -.46 ile .06 arasında değiştiği görülmektedir. Bu değerlerin Tabachnick ve Fidell'in (2013) önerdiği  $\pm 1.5$  aralığında yer alması, verilerin normal dağılım varsayımını karşıladığını göstermektedir. Değişkenler arasındaki korelasyon analizine ilişkin bulgular, kariyer stresi ile kariyer uyumu ( $r = -.53$ ,  $p < .01$ ) ve proaktif kariyer davranışı ( $r = -.41$ ,  $p < .01$ ) arasında negatif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunduğunu ortaya koymuştur. Buna karşılık, proaktif kariyer davranışı ile kariyer uyumu arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki ( $r = .45$ ,  $p < .01$ ) saptanmıştır.

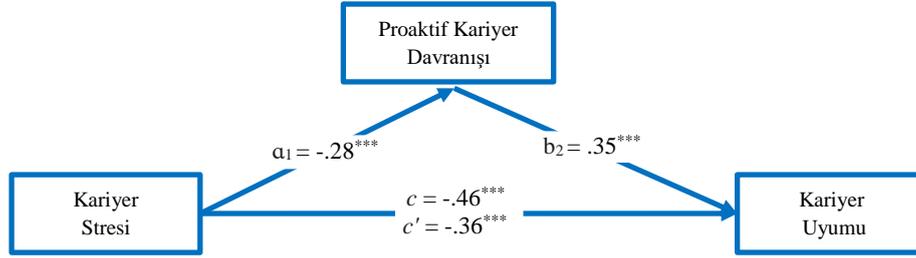
#### Proaktif Kariyer Davranışının Aracılık Rolüne İlişkin Analiz Sonuçları

Kariyer stresi ile kariyer uyumu arasındaki ilişkide proaktif kariyer davranışının aracılık rolü olup olmadığını belirlemek amacıyla Hayes'in Süreç Makrosu kullanılarak aracılık analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 2'de ve Şekil 1'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Kariyer Stresi ile Kariyer Uyumu Arasındaki İlişkide Proaktif Kariyer Davranışının Aracılık Rolüne İlişkin Analiz Sonuçları

Model	Yol	$\beta$	SE	t	%95 CIs	
					LLCI	ULCI
Model 1	Kariyer Stresi → Kariyer Uyumu	-.46	.04	-10.94***	-.5453	-.3790
Model 2	Kariyer Stresi → Proaktif Kariyer Dav.	-.28	.04	-7.78***	-.3537	-.2110
Model 3	Kariyer Stresi → Kariyer Uyumu	-.36	.04	-8.22***	-.4508	-.2768
	Proaktif Kariyer Dav. → Kariyer Uyumu	.35	.06	5.45***	.2225	.4738

\*\*\*p < .001



**Şekil 1.** Kariyer Stresi ile Kariyer Uyumu Arasındaki İlişkide Proaktif Kariyer Davranışının Aracılık Rolüne İlişkin Model

Tablo 2'deki bulgular, kariyer stresinin kariyer uyumunu ( $\beta = -.46$ ,  $p < .001$ ) ve proaktif kariyer davranışını ( $\beta = -.28$ ,  $p < .001$ ) anlamlı ve negatif yönde yordadığını göstermektedir. Buna karşılık, proaktif kariyer davranışının kariyer uyumunu ( $\beta = .35$ ,  $p < .001$ ) anlamlı ve pozitif yönde yordadığı belirlenmiştir. Aracı değişken (proaktif kariyer davranışı) model eklendiğinde, kariyer stresinin kariyer uyumu üzerindeki yordayıcı etkisinin azaldığı ( $\beta = -.36$ ,  $p < .001$ ) gözlenmiştir. Bu bulgu, proaktif kariyer davranışının kariyer stresi ile kariyer uyumu arasındaki ilişkide kısmi aracılık rolü olduğunu göstermektedir. Kariyer stresi ile kariyer uyumu arasındaki ilişkide proaktif kariyer davranışının kısmi aracılık rolüne yönelik ek kanıt elde etmek amacıyla, 5000 örneklemlili bootstrap yöntemi kullanılarak aracılık analizi gerçekleştirilmiş ve bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

**Tablo 3.** Kariyer Stresi ile Kariyer Uyumu Arasındaki İlişkide Proaktif Kariyer Davranışının Aracılık Rolüne İlişkin Bootstrap Analizi Sonuçları

Yol	$\beta$	SE	%95 CIs	
			LLCI	ULCI
<b>Toplma Etki</b>				
Kariyer Stresi → Kariyer Uyumu	-.46	.04	-.3790	-.5314
<b>Doğrudan Etki</b>				
Kariyer Stresi → Kariyer Uyumu	-.36	.04	-.2768	-.4183
<b>Dolaylı Etki</b>				
Kariyer Stresi → Proaktif Kariyer Dav. → Kariyer Uyumu	-.10	.02	-.1397	-.0646

Tablo 3'teki bulgular, kariyer stresinin proaktif kariyer davranışı aracılığı ile kariyer uyumu üzerindeki dolaylı etkisinin anlamlı olduğu göstermektedir ( $\beta = -.10$ , %95 CI[-.1397, -.0646]). Diğer bir ifadeyle, üniversite son sınıf öğrencilerinde artan kariyer stresinin proaktif kariyer davranışı olumsuz etkilediği ve bu olumsuz etkinin daha düşük kariyer uyumu seviyeleri ile ilişkili olduğu söylenebilir. Ayrıca

kariyer stresi, kariyer uyumuna ilişkin varyansın %28'ini ( $R^2=.282$ ) açıklarken, modele proaktif kariyer davranışının eklenmesiyle açıklanan varyans oranı yaklaşık %35'e ( $R^2=.346$ ) yükselmiştir.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, üniversite son sınıf öğrencilerinde kariyer stresi ile kariyer uyumu arasındaki ilişkiyi ve bu ilişkide proaktif kariyer davranışının aracılık rolünü incelemektir. Bulgular, kariyer stresi ile kariyer uyumu ve proaktif kariyer davranışı arasında negatif, proaktif kariyer davranışı ile kariyer uyumu arasında ise pozitif yönde ve anlamlı ilişkiler olduğunu göstermiş ve H1, H2 ve H3 hipotezini desteklemiştir. Bu bulgular, kariyer stresinin öğrencilerin uyum kapasitelerini olumsuz yönde etkilediğini ortaya koyan önceki çalışmaları desteklemektedir (Koen vd., 2012; Guan vd., 2013). Yüksek düzeyde kariyer stresi, öğrencilerin belirsizlik ve iş arama kaygıları nedeniyle uyum becerilerini azaltabilmekte, motivasyonlarını düşürebilmekte ve geleceğe yönelik planlamalarını olumsuz etkileyebilmektedir (Lent vd., 2000). Öte yandan, proaktif kariyer davranışı ile kariyer uyumu arasındaki pozitif ilişki, literatürde proaktif girişimlerin bireylerin kariyer gelişimlerini desteklediğini vurgulayan çalışmalarla paralellik göstermektedir (Strauss vd., 2012; Seibert vd., 2001). Bu doğrultuda, öğrencilerin inisiyatif alma, kariyer hedeflerini netleştirme ve fırsatları araştırma gibi proaktif girişimlerde bulunmalarının kariyer uyum süreçlerini güçlendirdiği söylenebilir.

Araştırmanın son hipotezinde, kariyer stresi ile kariyer uyumu arasındaki ilişkide proaktif kariyer davranışının aracılık rolü olacağı öne sürülmüş ve elde edilen bulgular H4 hipotezini desteklemiştir. Bu sonuç, proaktif kariyer davranışların kariyer stresi karşı koruyucu bir faktör olarak işlev gördüğünü göstermektedir. Öğrencilerin proaktif davranışları, stresin olumsuz etkilerini azaltmakta ve kariyer uyumlarını güçlendirmektedir. Bu bulgu, öz-yönetim ve geleceğe yönelik planlama becerilerinin stres altındaki öğrenciler için uyum sağlama mekanizması olarak önemini vurgulamaktadır (Hirschi vd., 2014). Ayrıca, kariyer danışmanlığı ve eğitim programlarında proaktif kariyer davranışlarını teşvik edici stratejilerin gerekliliğini göstermektedir. Dolayısıyla, öğrencilerin iş piyasasındaki fırsatları tanıma, becerilerini geliştirme ve hedef odaklı stratejiler oluşturma kapasitelerini destekleyen programlar, kariyer stresinin olumsuz etkilerini azaltmada etkili bir araç olarak değerlendirilebilir (Koen vd., 2012).

Sonuç olarak bu araştırma, kariyer stresinin öğrencilerin kariyer uyumlarını olumsuz etkilediğini, ancak proaktif kariyer davranışının bu olumsuz etkiyi kısmen azalttığını ortaya koymuştur. Bulgular, üniversite öğrencilerinin kariyer uyumlarını güçlendirmek için proaktif kariyer davranışlarının teşvik edilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Eğitim kurumlarının, kariyer merkezlerinin ve danışmanlık hizmetlerinin öğrencilerin kariyer planlama, ağ kurma ve beceri geliştirme gibi proaktif davranışlarını destekleyici programlar geliştirmesi, kariyer stresinin etkilerini azaltmada önemli bir katkı sağlayabilir.

Bu araştırmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, araştırma verileri yalnızca Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki tek bir devlet üniversitesinde öğrenim gören öğrencilerden toplanmıştır; bu durum bulguların genellenebilirliğini sınırlandırmaktadır. İkinci olarak, araştırma verileri öz-bildirim ölçekleri aracılığıyla elde edilmiştir; bu da sosyal beğenirlik yanlılığı gibi ölçme sınırlılıklarını beraberinde getirebilir. Üçüncü olarak, araştırma kesitsel bir desenle yürütüldüğü için değişkenler arasındaki ilişkiler nedensellik açısından kesin yorumlar yapılmasına izin vermemektedir. Gelecekte yapılacak araştırmalarda farklı üniversite örnekleriyle boylamsal çalışmalar yürütülmesi, değişkenler arasındaki ilişkilerin daha güçlü biçimde test edilmesine olanak sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

- Choi, B. Y., Park, H., & Yang, E. (2011). Understanding career stress in Korean adolescents. *Journal of Career Development*, 38(1), 62-83. <https://doi.org/10.1002/j.2161-0045.2011.tb00976.x>
- Creed, P. A., & Hughes, T. (2013). Career development strategies as moderators between career compromise and career outcomes in emerging adults. *Journal of Career Development*, 40(2), 146-163. <https://doi.org/10.1177/0894845312437207>
- Demirtaş, A. S., & Kara, A. (2022). Career adaptability and unemployment anxiety in Turkish senior undergraduate students: The mediating role of career stress. *Turkish Psychological Counseling and Guidance Journal*, 12(64), 19-33. <https://doi.org/10.17066/tpdrd.1095894>
- Dong, C., Xia, L., Zhao, C., Zhang, X., He, J., Zhang, G., & Zhang, J. (2023). Prospective association between perceived stress and anxiety among nursing college students: the moderating roles of career adaptability and professional commitment. *BMC Psychiatry*, 23(1), 388. <https://doi.org/10.1186/s12888-023-04887-6>
- Duru, H., & Gültekin, F. (2020). Eğitim fakültesi öğrencilerinin kariyer stresleri, kariyer uyum yetenekleri ve mentörlük arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(1), 328-337. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.3596>
- Guan, Y., Deng, H., Sun, J., Wang, Y., Cai, Z., Ye, L., & Li, Y. (2013). Career adaptability, job search self-efficacy and outcomes: A three-wave investigation among Chinese university graduates. *Journal of Vocational Behavior*, 83(3), 561-570. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2013.09.003>
- Hirschi, A. (2009). Career adaptability development in adolescence: Multiple predictors and effect on sense of power and life satisfaction. *Journal of Vocational Behavior*, 74(2), 145-155. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2009.01.002>
- Hirschi, A., Freund, P. A., & Herrmann, A. (2014). The career engagement scale: Development and validation of a measure of proactive career behaviors. *Journal of Career Assessment*, 22(4), 575-594. <https://doi.org/10.1177/1069072713514813>
- Işık, E., Yeğin, F., Koyuncu, S., Eser, A., Çömlekciler, F., & Yıldırım, K. (2018). Validation of the Career Adapt-Abilities Scale–Short Form across different age groups in the Turkish context. *International Journal for Educational and Vocational Guidance*, 18(3), 297-314. <https://doi.org/10.1007/s10775-018-9362-9>
- Koen, J., Klehe, U. C., & Van Vianen, A. E. (2012). Training career adaptability to facilitate a successful school-to-work transition. *Journal of Vocational Behavior*, 81(3), 395–408. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2012.10.003>
- Korkmaz, O., Kırdök, O. Ğ. U. Z. H. A. N., Alkal, A., & Akça, M. (2020). Kariyer Adanmışlık Ölçeği: Proaktif kariyer davranışlarının ölçümünün geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *International Social Sciences Studies Journal*, 6(72). <https://doi.org/10.26449/sssji.2570>
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (2000). Contextual supports and barriers to career choice: A social cognitive analysis. *Journal of Counseling Psychology*, 47(1), 36-49. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.47.1.36>

- Özden, K., & Sertel-Berk, H. Ö. (2017). Üniversite öğrencilerinde kariyer stresi ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*, 7(48), 81-95.
- Parker, S. K., Bindl, U. K., & Strauss, K. (2010). Making things happen: A model of proactive motivation. *Journal of Management*, 36(4), 827-856.  
<https://doi.org/10.1177/0149206310363732>
- Savickas, M. L. (1997). Career adaptability: An integrative construct for life-span, life-space theory. *The Career Development Quarterly*, 45(3), 247-259.  
<https://doi.org/10.1002/j.2161-0045.1997.tb00469.x>
- Savickas, M. L. (2005). The theory and practice of career construction. In S. D. Brown & R. W. Lent (Eds.), *Career development and counseling: Putting theory and research to work* (pp. 42-70). Hoboken, NJ: Wiley.
- Savickas, M. L., & Porfeli, E. J. (2012). Career Adapt-Abilities Scale: Construction, reliability, and measurement equivalence across 13 countries. *Journal of Vocational Behavior*, 80(3), 661-673. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2012.01.011>
- Seibert, S. E., Kraimer, M. L., & Crant, J. M. (2001). What do proactive people do? A longitudinal model linking proactive personality and career success. *Personnel Psychology*, 54(4), 845-874.  
<https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.2001.tb00234.x>
- Strauss, K., Griffin, M. A., & Parker, S. K. (2012). Future work selves: How salient hoped-for identities motivate proactive career behaviors. *Journal of Applied Psychology*, 97(3), 580-598.  
<https://doi.org/10.1037/a0026423>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5th ed.). Boston: Pearson Education, Inc.
- Tolentino, L. R., Garcia, P. R. J. M., Lu, V. N., Restubog, S. L. D., Bordia, P., & Plewa, C. (2014). Career adaptation: The relation of adaptability to goal orientation, proactive personality, and career optimism. *Journal of Vocational Behavior*, 84(1), 39-48.  
<https://doi.org/10.1016/j.jvb.2013.11.004>
- Uslu, B., Doruköz, K. D., Çivilidağ, A., Durmaz, Ş., & Demirbaş, A. (2024). Gastronomi öğrencilerinde kariyer uyum yetenekleri ve kariyer stresi. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 14(4), 1404-1423.  
<https://doi.org/10.48146/odusobiad.1402516>
- Yu, K., Liu, C., & Li, Y. (2019). Beyond social exchange: career adaptability linking work stressors and counterproductive work behavior. *Frontiers in Psychology*, 10, 1079.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01079>

## Kentleşmenin Eşiğinde: Kalkolitik Batı Anadolu

Elif GÖZLER ÇAMUR<sup>1</sup>

[elifgozler1@gmail.com](mailto:elifgozler1@gmail.com) İzmir Demokrasi Üniversitesi, İzmir / Türkiye.

---

### Özet

Anadolu'nun tarih öncesi dönemlerine ilişkin yapılan çalışmalar, Batı Anadolu'nun Kalkolitik Çağ boyunca gösterdiği yerleşim, üretim ve sosyal organizasyon biçimlerinin özgün karakterini ortaya koymaktadır. Kalkolitik Çağ, Anadolu tarihinin sosyo-ekonomik dönüşüm dönemlerinden biri olarak, hem Neolitik dönemin köklü yerleşik yaşam biçimlerinin sürdürüldüğü hem de sonraki kentleşme süreçlerinin habercisi sayılabilecek bir yeni örüntülerin görüldüğü bir evredir. Kentleşme öncesi bu dönemde gözlenen yerleşik yaşamın sürdürülebilirliği, toplumsal farklılaşma emareleri, zanaatkârlık ve uzun mesafe ticaretinin varlığı, bu dönemin “kentleşme öncesi (proto urban)” niteliklerinin irdelenmesini gerektirir. Bu çalışmada, Gordon Childe'in kent kriterlerinin tamamı izlenemese de, Batı Anadolu'nun Kalkolitik Dönemi'ne ait yerleşim örnekleri üzerinden yerleşim modelleri, geçim modelleri, uzun mesafe ticaret, sosyal farklılaşma, uzmanlaşma ve maddi kültür unsurları incelenecek; bu unsurların potansiyel kentleşme süreçleriyle ilişkisi değerlendirilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Gordon Childe, kalkolitik, kentleşme, yerleşik yaşam

---

### Abstract

Studies on the prehistoric periods of Anatolia reveal the unique characteristics of settlement, production, and social organization patterns exhibited by Western Anatolia throughout the Chalcolithic Age. The Chalcolithic Age, as one of the socio-economic transformation periods in Anatolian history, is a phase during which the deeply rooted settled lifestyles of the Neolithic period were maintained, while also showing new patterns that can be considered precursors to subsequent urbanization processes. The sustainability of settled life observed in this pre-urban period, signs of social differentiation, the existence of craftsmanship, and long-distance trade necessitate an examination of the “pre-urban (proto-urban)” qualities of this era. In this assignment, although all of Gordon Childe's urban criteria may not be fully applied, settlement models, subsistence strategies, long-distance trade, social differentiation, specialization, and material culture elements will be analyzed through examples of Chalcolithic settlements in Western Anatolia; the relationship of these elements with potential urbanization processes will be evaluated.

**Keywords:** Gordon childe, Chalcolithic, urbanisation, sedentary life

## GİRİŞ

Kalkolitik Çağ, Neolitik dönemin tarıma dayalı yerleşik yaşam biçiminden Tunç Çağı'nın merkezi otoritelerle yapılandırılmış kentleşmiş toplumlarına geçişi temsil eden bir ara dönem olarak değerlendirilir. Bu geçiş süreci, yalnızca teknolojik yenilikleri değil, aynı zamanda toplumsal, ekonomik ve mekânsal organizasyonlarda köklü dönüşümleri de içermektedir. 1950 yılında V. Gordon Childe tarafından ortaya konulan “Kentsel Devrim” kuramı, tarih öncesi dönemlerde kentlerin nasıl tanımlanabileceğine dair önemli ölçütler sunmuş, ancak bu ölçütlerin Mezopotamya odaklı olması, farklı coğrafi bölgelerdeki kentleşme dinamiklerini açıklamada sınırlı kalmıştır. Özellikle Batı Anadolu gibi çevresel çeşitliliğin ve kültürel etkileşimin yüksek olduğu bölgelerde, kentleşme süreci Mezopotamya'daki örneklerden farklı bir seyir izlemiştir. Bu çalışmada, Batı Anadolu Kalkolitik yerleşimlerinin mimari yapıları, ekonomik faaliyetleri, zanaatkarlık düzeyi ve uzun mesafeli ticaret ilişkileri incelenerek, bu toplumların kentsel yapıya evrilmeden önceki örgütlenme biçimleri değerlendirilmekte; söz konusu yerleşimlerin "proto-urban" yani kent öncülü karakterleri irdelenmektedir.

## YÖNTEM

Bu çalışma niteliksel, betimleyici ve karşılaştırmalı bir yöntemle yazılmıştır. Arkeolojik veriler ve teorik yaklaşımlar ışığında Batı Anadolu'daki Kalkolitik yerleşimlerin kentleşmeye geçiş süreci içerisindeki yeri analiz edilmiştir. Kentleşme süreci doğrudan gözlenemese de, yerleşimlerin taşıdığı “kent öncesi (proto-urban)” özellikler bu yöntemin merkezinde yer almaktadır.

## BULGULAR

### Kalkolitik Dönemde Kent

Tarihteki ilk kentlerin arkeolojik açıdan ele alındığı önemli eserlerden biri, Childe'in 1950 yılında yayımladığı “The Urban Revolution” başlıklı makaledir. Bu çalışmada kentleşme, bir “devrim” olarak tanımlanmakta ve kentleri tanımlamak için on maddelik bir ölçüt listesi sunulmaktadır. (Childe, 1950). Bu ölçütlere göre bir yerleşimin kent sayılabilmesi için; yüksek bir nüfusa sahip olması, zanaatkarlar ve din görevlileri gibi tarım dışı işlerle uğraşan bireylerle, çiftçi ve balıkçı gibi gıda üreticilerinin aynı toplulukta yaşaması, üretilen artı ürünün bir kral ya da tanrı gibi merkezi bir otorite tarafından kontrol edilmesi gerekmektedir. Ayrıca anıtsal yapıların bulunması, alt sınıfın fiziksel işlerde çalışırken üst sınıfın bu görevlerden muaf tutulması ve buna karşılık güvenlik sağlaması, bilimsel gelişmelerin gündelik yaşamı kolaylaştırması, yazının kullanılması, sanata değer verilmesi, uzak mesafelerle ticaret yapılması ve bireylerin akrabalık ilişkilerinden bağımsız olarak topluluk bilinciyle hareket edebilmesi de gerekli diğer unsurlar arasında yer almaktadır. Zamanla çeşitli yönlerden eleştirilmiş olsa da Childe'in bu makalesi, halen tarih öncesi kent araştırmalarında başvurulan temel kaynaklardan biri olma niteliğini sürdürmektedir (Naiboğlu, 2017: 5). Bu kriterler Mezopotamya kent organizasyonları düşünülerek tasarlanmıştır; fakat Anadolu coğrafyasında Mezopotamya'ya göre daha farklı bir izlek gözlemlenmiştir. M. Özdoğan bu durumu şu sözlerle açıklamaya çalışmıştır: “Anadolu'nun kendi içinde barındırdığı çevresel çeşitlilik, her bölgenin farklı kültürel gelişim süreçleri göstermesi ve Anadolu'yu çevreleyen bölgelerin kültürel birikimleri, bu geniş coğrafyada yaşanan

gelişmeleri açıklayacak tek bir kuramın oluşturulmasını imkânsız kılmaktadır” (Özdoğan’dan aktaran Fidan, 2021: 132). Kentleşme olgusu açısından tüm bölge için genellemeler yapmak mümkün görünmemektedir; zira yerleşimlerin büyüklüğüne ve önemine bağlı olarak farklı genel yerleşim düzenleri ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, Anadolu’da kentleşme ölçütlerinin her bölge için ayrı ayrı değerlendirilmesi daha yerinde olacaktır.

Aslında Anadolu’da Kalkolitik döneme tarihlenen MÖ 5500 ve 3000 yılları arasındaki zaman hakkında çok az veri olduğu için bu dönem “karanlık çağlar” diye de adlandırılır. Childe’in tanımlamasına göre insanlar Neolitikle tarımsal bir devrim yaşarken, Tunç çağıyla kentsel devrimi gerçekleştirmiştir. Bu bakış açısıyla birlikte arada kalan bin yıllara denk gelen Kalkolitik dönem “olaysız” geçmiş gibidir (Düring, 2016: 219). Fakat, MÖ 5650-5500 yılları arasında Batı Anadolu genelinde belirgin bir kültürel dönüşüm yaşanmıştır. Yerleşim düzeninden mimariye, çanak çömlekten diğer arkeolojik buluntulara kadar her alanda kapsamlı değişiklikler meydana gelmiştir. Neolitik döneme ait maddi kültür unsurlarının tamamen ortadan kalkarak, tüm bileşenleriyle bambaşka bir kültürel yapının yerleşmesiyle tanımlanan bu radikal dönüşüm, Batı Anadolu’da Kalkolitik Çağ’a geçiş olarak değerlendirilmektedir. MÖ 5800-5700 yılları civarında Batı Anadolu’daki birçok yerleşmenin terk edilmiş olması ve uzun süre yeniden iskâna uğramaması nedeniyle, bu geçiş süreci en net şekilde Ulucak Höyük ve Gökçeada Uğurlu yerleşmelerinde izlenebilmektedir (Erdoğan ve Çevik, 2015:37)

### **Kalkolitik Batı Anadolu’da Yerleşim ve Mimari Özellikler**

Özellikle Geç Kalkolitik Dönem’de Batı Anadolu’da gözlenen en önemli gelişmelerden biri, yerleşim biçimlerinde ortaya çıkan çeşitlenmedir. Bu dönemdeki köyler, büyük ölçüde kalıcı yerleşimler olarak yapılandırılmış ve çoğunlukla tarıma dayalı bir ekonomik sistem benimsenmiştir. Bu da döneme hakim olan göçebelik ve çobanlığa bir alternatif oluşturmuştur (Horejs ve Schwall, 2015: 465-467). Batı Anadolu’da MÖ 5300 yıllardan itibaren yeni yerleşmeler ortaya çıkmaya başlamıştır, fakat kuzeyde Uğurlu ve Gülpınar dışında, geriye kalan tüm yerleşimlerde mimarinin tek sıra taş temel üstü yığma kerpiç, pise ve çukurlar gibi güçlkle saptanabilen öğelerden oluştuğu dikkat çekmektedir (Erdoğan ve Çevik, 2020: 59). Yerleşiklikle birlikte mimari çeşitlilik, sadece yapım tekniklerinde değil, aynı zamanda yapı formlarında da kendini gösterir. Özellikle taş temel üzerine kerpiç, wattle-daub veya pise duvarlardan oluşan yapılar sıkça kullanılmıştır. Örneğin Ulucak Höyük’ün III tabakasında, taş temelsiz, pise duvarlı (sıkıştırılmış toprak) evler tespit edilmiş; silolar ve çukur temelli yapılar da kullanılmıştır. Ulucak III evresinde, daha önceki dönemdeki sağlam kerpiç yapılar yerini, kulübe benzeri pise yapılara bırakmıştır. Uğurlu Höyük’te ise taş temelli, çok odalı büyük yapılar inşa edilmiştir. Yerleşimin batı kesiminde sıvalı silolar ile işlenmiş Spondylus ve Glycymeris kabuklarının işlendiği alanlar yer almaktadır (Erdoğan ve Çevik, 2015: 37). Limantepe’de Orta Kalkolitik dönem yerleşimini takip eden Geç Kalkolitik Çağ yerleşiminin farklı bir karaktere sahip olduğu görülmektedir. Yerleşim içerisinde şimdiye kadar tespit edilen Geç Kalkolitik Çağ mimarisi dal örgü tekniği ile yapılmış bir binanın köşesi ve yanmış bir bina kalıntısından ibarettir (Erdoğan ve Çevik, 2020: 57). Bu tür yapılar, uzmanlaşmış üretim alanlarına ve planlı yerleşim organizasyonuna işaret eder. Çukuriçi Höyük’te MÖ 4. binyıla tarihlenen mimari ve buluntular üzerine yapılan araştırmalar, yerleşmenin özgün yerel özellikler taşıdığını, aynı zamanda çeşitli bölgesel ve sınırlı da olsa bölge dışı unsurlar barındırdığını göstermektedir. Bu durum, maddi kültürde gözlenen bölgesel ve bölge dışı örüntülerin, topluluklar arası etkileşimin düzeyini anlamada önemli göstergeler sunduğunu ortaya koyar. Konut mimarisi, Doğu Ege ve Batı Anadolu bölgelerinde gözlemlenen benzer dikdörtgen planlı evler, apsisli yapılar ve inşa edilmiş depolama

alanları gibi yapılar aracılığıyla, biçim ve işlev açısından ortak bazı temel özellikler taşımaktadır. Geç Kalkolitik topluluklar arasında bölge ötesi ilişkilerin varlığına dair kanıtlar henüz sınırlı olsa da, özellikle maddi kültür ve çanak çömlek üretimindeki benzerlikler bu tür ilişkilerin var olduğuna işaret etmektedir (Horejs, 2012: 25-26). Batı Anadolu'daki Kalkolitik yerleşimlere yönelik yürütülen güncel çalışmalar, sıradan dikdörtgen planlı evin genellikle konut mimarisinin ana tipi olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır. Diğer yerleşimlerde kazı alanları sınırlı olmakla birlikte, Kuruçay'daki yapılarla karşılaştırılabilir mimari kalıntılar Beycesultan, Afrodiasias, Kumtepe IB ve Poliochni Nero gibi yerlerde de gözlemlenmiştir. Dairesel yapılar ise daha çok depolama işleviyle ilişkilendirilmektedir ve bu durum, yerleşik yaşamda topluluk düzeyinde bir organizasyona işaret edebilir. Bu tür yapılar Myrina, Bakla Tepe ve Poliochni'de belgelenmiştir ve en azından bu üç yerleşimde ortak depolama alanları olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte, ızgara planlı evler çok daha nadir görülmektedir; bu plan tipi Bakla Tepe ve Çamlıbel Tarlası'nda, muhtemelen ayrıca Çukuriçi Höyük'te belgelenmiştir. Bu yapıların depolama, besin üretimi ya işlik alanı olarak kullanılmış olma olasılıkları henüz netlik kazanmamıştır. Bakla Tepe'deki örneklerin boyutları, bu yapıların yalnızca çekirdek aileye değil, daha geniş bir topluluğa hizmet edecek şekilde inşa edilen komünal yapılar olduğunu düşündürmektedir.

Son olarak, Geç Kalkolitik döneme tarihlenen Çukuriçi Höyük'teki hendek çevrelemesi kamuya ait bir yapı olarak değerlendirilmektedir. MÖ 4. binyıla ait bu hendek, tek başına bir örnek değildir ve Barcın Höyük'teki çağdaş hendek çevrelemesiyle karşılaştırılabilir; kazı ekibine göre bu yapı, sembolik bir yerleşim sınırı olarak yorumlanmaktadır. Her iki yerleşimdeki çevreleme yapılarının sembolik mi yoksa daha pratik ya da savunmaya yönelik bir işlev mi taşıdığı kesin olmamakla birlikte, her durumda bu yapılar, topluluk örgütlenmesine sahip bir toplum tarafından inşa edilmiş anıtsal mimari örnekleridir (Horejs, 2012: 32).

Çukuriçi Höyük'teki hendek ayrıca yalnızca planlı bir inşaat faaliyetini değil, kullanım sonrası hendeğin doldurulması yoluyla yerleşim alanının genişletilmesine yönelik topluluk düzeyinde karar alma sürecini de ortaya koymaktadır (Horejs, 2012: 32). Erken Kalkolitikte Hacılar II ve I. Katlar arasında Kuruçay'da ise 8 ve 7. Katlar arasında mimari tarz açısından dramatik değişiklikler gözlenmiştir. Bu değişim arkeolojik malzemeye de yansımıştır. Değişim Duru'ya göre bu dönemde bölgeye gelen yeni topluluklarla ilgilidir (Duru, 1999: 54). Tunç çağında belirgin olmaya başlayan "Anadolu yerleşim modeli" ise en erken, Erken Kalkolitik Çağ'a tarihlenen Hacılar I'de görülmektedir. Önceden planlanmış bu yerleşim, yer yer 4 metreye ulaşan bir savunma duvarıyla çevrilmiştir. İki odalı evler, iç cepheleri savunma duvarına bitişik olacak şekilde, radyal bir düzen içinde yan yana dizilmiştir. Yaklaşık 3 metre kalınlığındaki tabanlar taş temeller üzerine inşa edilmiştir ve hem depo işlevi görmüş hem de üst katları taşımak üzere tasarlanmıştır (Eraslan, 2008: 178).

### **Geçim Modelleri ve Uzun Mesafe Ticaret**

Neolitikte başlayan hayvanların sadece tarım ve protein için değil ama süt ve yün ihtiyacını karşılamak için de kullanıldığı "ikincil ürün devrimi" kalkolitik dönemde gerçekleşen metal üretimiyle bir araya geldiğinde bölgeler arası ilişkiler de karmaşılaşmaya başlamıştır. Bu hareketlilik yalnızca ürünlerin değil, insanların, dolayısıyla bilgi ve becerinin de dolaşıma girmesi anlamına geliyordu (Aksoy, 2020: 69). Batı Anadolu'daki Kalkolitik köyler, çoğunlukla tarıma dayalı yerleşik bir yaşam biçimini sürdürmüştür. Buna karşın, göçebe hareketliliğin tamamen yok olmadığı da açıktır. Özdoğan'a

göre, Neolitik dönemden beri süregelen yerleşik yaşam biçimi M.Ö. 4000 sonrasında yerleşim desenlerinde bir değişiklik karşılı karşıya kalmıştır. Özellikle Batı ve Orta Anadolu’da alüvyon ovalardaki yerleşimlerin sayısı azalırken, daha önce yerleşim görmemiş yüksek plato alanları tercih edilmeye başlanmıştır (Özdoğan, 2023: 11). Bu bağlamda çobanlık ve göçer yaşam biçimleriyle birlikte var olan yerleşik tarım topluluklarının, Batı Anadolu Kalkolitik toplumsal yapısında önemli bir yeri olduğu anlaşılmaktadır.

Geç Kalkolitik köylerin ekonomisi büyük ölçüde tarımsal üretime dayanmaktadır. Horejs ve Schwall, bölgedeki köylerin mimari sağlamlığı ve planlı yerleşim düzenini, tarım temelli ve kalıcı yaşam biçiminin göstergeleri olarak yorumlamaktadır. Geç Kalkolitik Dönem’de Batı Anadolu’nun çeşitli bölgeleri arasında obsidyen ve metal gibi hammaddelerin taşınması, hem yerel hem de uzak mesafeli ticaretin varlığını göstermektedir. Obsidyenin farklı kaynaklardan temin edilip dağıtılması, bu dönemin hareketli gruplarını ve ticaret yollarını işaret eder Ancak bu hareketlilik yalnızca bu döneme özgü değildir; zaman içinde hammadde kaynaklarının kullanımı ve dağılımı değişiklik göstermektedir (Horejs ve Schwall, 2015: 465-467). Bu ticaret yolları, bölgesel sosyo-ekonomik ilişkilerin gelişmesini sağlamış, yerleşimlerin birbirleriyle etkileşim içinde bulunmasına olanak tanımıştır. Çoğu yerleşimde, yontma taş ve obsidyenin yerinde (in situ) uzmanlaşmış üretimi, zanaat uzmanlaşmasının bir göstergesidir (örneğin Liman Tepe VII). Kullanılan obsidyenin büyük bölümü Melos kökenlidir; Giali obsidyeni ise yalnızca Oniki Ada bölgesinde kullanılmıştır. Batı Anadolu’ya özgü bir durum olarak, Kulaksızlar’daki mermer atölyesinde konik mermer kaplar ve Kiliya tipi figürinler üretilmiştir. Doğu Ege adaları ile Batı Anadolu arasında aktif ticaret ağları mevcuttur. Özellikle Orta ve Güneydoğu Ege adaları – konumlarının sağladığı avantajla – Kiklad Adaları’ndan Batı Anadolu kıyılarına ve iç bölgelerine uzanan geniş bir obsidyen deniz ticareti ağının önemli durakları olarak öne çıkmaktadır; Chios (Sakız) ve Samos bu açıdan dikkat çekicidir. Emporio, Tigani, Heraion, Kulaksızlar, Liman Tepe, Bakla Tepe, Malkayası Mağarası, Miletos, Çine-Tepecik, Beycesultan ve Afrodiasias gibi yerleşimlerde bulunan obsidyen örnekleri, bu ticaret ağının oldukça yerleşik ve yaygın bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Kouka, 2012: 57). MÖ 4. binyılın sonlarına doğru Bakla Tepe’de proto-kentsel bir toplumun varlığına dair doğrudan bir kanıt bulunmamaktadır. Ancak, Geç Kalkolitik Dönem’e ait egzotik hammaddelerle yürütülen yoğun ticaret, gelişmiş metalurjik faaliyetler ve dışa dönük depolama alanlarının varlığı, Batı ve Orta Anadolu Erken Tunç Çağı için Ö. Çevik’in tanımladığı anlamda bir “merkezileşme” sürecinin tohumlarının bu dönemde atılmış olabileceğine güçlü biçimde işaret etmektedir. Doğu Ege genelinde varlığını sürdüren deniz aşırı bağlantılar, MÖ 4. binyılın ikinci yarısında daha da yoğunlaşmış olmalıdır. Bu durum, Batı Anadolu kıyı yerleşimlerinde bulunan yüksek miktardaki Melos kökenli obsidyenle desteklenmektedir. Sonuç olarak, Batı Anadolu kıyıları da içine alan bir Doğu Ege “koine”sinin (ortak kültürel alanının) oluştuğu anlaşılmaktadır (Şahoğlu ve Tuncel, 2012: 78). Kouka’nın da belirttiği üzere, MÖ 4. binyılda, Doğu Ege ile Batı Anadolu kıyı şeridinde oluşan bu kültürel koine tarımsal üretime dayalı bir geçim ekonomisine sahipti ve gemi yapım teknolojisinin gelişmesinin de etkisiyle, Orta ve Batı Ege toplumlarıyla canlı bir kültürel etkileşim içindeydi. Bu etkileşim obsidyen ve metal ticaretini, ayrıca prestij nesnelerinin değişimini teşvik etmiştir (Kouka, 2012: 58).

### **Toplumsal Yapı ve Uzmanlaşma**

Kalkolitik Anadolu’da birçok yerleşimde mimari kalıntılar oldukça zayıf korunmuş olsa da, yapısal izler yerleşimlerin sosyal ve ekonomik örgütlenmesine dair önemli ipuçları sunmaktadır.

Örneğin Orta Kalkolitik dönem Güvercinkayası gibi merkezlerde iç kale olarak yorumlanan yapı toplulukları, bu yerleşimlerdeki potansiyel elit veya yönetici sınıfların varlığına işaret eder. Bu kompleksin kalın duvarları, kule benzeri takviyeleri ve içinde yer alan büyük depolama kapları, artı ürünün belirli ellerde biriktiği ve kontrol edildiği bir sistemin ipuçlarını sunmaktadır. Yine Arslantepe ve Yumuktepe gibi merkezlerde de siyasal veya ekonomik otoriteye dayalı yapıların izlerine rastlanmıştır. Bu yerleşmelerdeki yönetici sınıfın gücünü dini ideolojilere değil, ekonomik ve siyasal kontrol mekanizmalarına dayandırması, Anadolu'nun Mezopotamya'daki teokratik yapılanmalardan ayrıştığını göstermektedir (Naiboğlu, 2017: 15-17).

MÖ 4. binyıla tarihlenen yerleşimlerin gösterdiği karmaşıklık çeşitliliği göz önüne alındığında, bu döneme dair tek ve kesin bir sonuç çıkarmak güçtür. Ancak, metal üretimine dair izler, muhtemelen uzmanlarca yürütülen çeşitli zanaat faaliyetleri, ham madde değişimi ve toplumsal örgütlenmeye ilişkin sınırlı da olsa bazı göstergeler, Batı Anadolu'da Geç Kalkolitik Dönem boyunca belli düzeyde toplumsal farklılaşmanın var olduğunu varsaymamıza imkân tanımaktadır (Horejs ve Schwall, 2015: 467). MÖ 4. binyılda icra edilen diğer zanaatlar da Çukuriçi toplumuna dair ilave bilgiler sunmaktadır. Dokuma üretimi—büyük olasılıkla gündelik ev içi bir faaliyet olarak—ağır, silindirik dokuma ağırlıklarıyla temsil edilmektedir. Geç Kalkolitik metal üretimine dair kanıtlar ise, içinde bakır eserlerin kalıntıları ve olası bir metal işleme alanı bulunan küçük bir sondaj alanında gözlemlenmiştir. Ayrıca bir malakit cevheri parçası, ÇuHö VII evresinde ham metallerin büyük olasılıkla işlenmek üzere yerleşime getirildiğini göstermektedir. Tüm bu arkeolojik veriler birlikte ele alındığında, yerel ve yerel olmayan ham maddelere (örneğin obsidyen ve metaller) erişimi olan, hayvancılık temelli bir tarım topluluğunun varlığına işaret etmektedir. Her ne kadar bu tür alanlar kazılarda nadiren tespit edilmiş olsa da en azından metal işçiliği açısından uzmanlaşmış zanaatların bulunduğu varsayılabilir. Geç kalkolitik dönemde dokuma üretiminin önemi hâlâ tam olarak anlaşılammış olmakla birlikte, U. Schoop'un yakın tarihli çalışmaları, Erken Tunç Çağı öncesi Batı Anadolu'da dokuma üretiminin (ve olasılıkla bu ürünlerin değişiminin) önemli bir rol oynamış olabileceğini ileri sürmektedir (Horejs, 2012: 23-25). Obsidyen gibi ithal hammaddeler için, büyük olasılıkla kıyı şeridinden iç bölgelere doğru işleyen bir değişim sistemi açık biçimde mevcuttur. Çukuriçi Höyük'te işlenen bakır da, muhtemelen hammadde ya da işlenmiş ürün olarak, MÖ 4. binyıla ait bölgesel ağlar içinde dolaşımdaydı. Ancak mevcut araştırma durumu itibarıyla, bu bölgede metal üreten ve metal tüketen yerleşimlerin ne ölçüde birbirinden ayrıldığı net değildir. Bununla birlikte, bu noktada öne sürülebilir ki, Çukuriçi Höyük'te MÖ 3. binyılda gözlemlenen belirgin metalurji uzmanlaşması, köklerini Geç kalkolitik döneme kadar götürmektedir (Horejs, 2012: 34).

### **Seramik Gelişimi**

Geç Kalkolitik Dönem Batı Anadolu seramiği, biçimsel ve teknik çeşitliliğiyle dikkat çeker. Doğu Ege adaları ile Batı Anadolu'daki seramik teknolojisi benzerlik göstermektedir; her iki bölgede de kaba, orta kaba ve ince mallar bulunmaktadır. Süslemeli seramikler arasında, başlangıçta desenli cilalama ile, daha sonra ise beyaz boyalı çizgisel desenlerle bezeli siyah perdahlı seramikler yer alır. Cheese pot denilen delikli seramik formlar, basit ya da üç ayaklı pişirme kapları, kıvrık ya da dışa dönük ağızların hemen altında delikli kulpları olan konik kaseler, geniş ağızlı testiler ve amphoralar, bazı yerel farklılıklar olmakla birlikte, tüm yerleşimlerde görülmektedir (Kouka, 2012: 57). Ulucak III tabakasında, önceki dönemlerde yaygın olan kırmızı astarlı seramiklerin yerini koyu yüzey renklerine sahip seramikler almıştır. Bu dönemde yüzey bezemelerinde kazıma, enkruste ve açık teknikleri

kullanılmış; içe kalınlaştırılmış ağız kenarlı kaseler yaygınlaşmıştır (Erdoğu ve Çevik: 86). Seramik grubu, yüzey işçiliğinden form çeşitliliğine kadar belirgin bir değişimi yansıtmaktadır. Önceki evrede baskın olan kırmızı astarlı ve perdahlı seramikler ortadan kalkarken, yerlerini kahverengi, gri ve grimsi siyah gibi koyu yüzey renklerine sahip seramikler almıştır. Seramiklerin yanı sıra, bu son evreye ait örnekler daha kalın cidarlı ve daha kaba görünümlüdür; ayrıca dalgalı yüzeyler, desenli perdahlama ve kazıma gibi yeni süsleme teknikleri görülmektedir (Çevik, 2007: 86). Çukuriçi Höyük VII tabakasında bulunan seramiklerin çeşitliliği, çoğunlukla açık ve bazı kapalı kaplardan oluşmaktadır ve döneme ait karakteristik yerel ve bölgesel türleri içermektedir. Bunlar arasında farklı tiplerde kaseler yer almakta olup, özellikle çeşitli ağız formlarına sahip sığ kaseler ile içe doğru kalınlaştırılmış veya kıvrık ağızlı düz kaseler (Şek. 10, F.H.K), Troad bölgesi (Kumtepe IB, Hanaytepe B), İzmir çevresi, Demircihüyük, Küllüoba 6 ve Güneybatı Anadolu'daki Bademağacı gibi yerleşimlerle benzerlik göstermektedir. Özellikle kıvrık ağızlı kaseler, Yunan anakarası, Ege adaları ve Batı Anadolu'yu kapsayan Geç Kalkolitik döneme ait daha geniş bir bölgesel üslup çerçevesi içinde değerlendirilebilir. Çukuriçi VII'de bulunan cheesepotlar (Şek. 10, Chb), MÖ 4. binyıla ait diğer tipik bir bölgesel ortak seramik özelliğini temsil edecek şekilde geniş bir yayılım alanına sahiptir. Buna karşılık, pişirme kapları ve çeşitli açık kap türleri daha çok yerel tarzları veya bölgesel gelenekleri yansıtmaktadır (Horejs, 2012: 26). Uğurlu yerleşmesinde de benzer seramik formlarına rastlanmıştır. Mahmuz, mantar, sepet ve lades kemiği biçimli kulplar, sığ oluk bezemeler, beyaz boya ve enkruste bezemeler bu dönemin karakteristik seramik özellikleri arasında yer alır (Erdoğu ve Çevik: 38). Bu kap formları arasında yine cheesepot dikkat çeker. Limantepe ve Baklatepe gibi merkezlerde ise beyaz boya bezemeli ve içe kalınlaştırılmış kenarlı kaplar, bölgesel tarzların ve ticari etkileşimlerin göstergesi olarak karşımıza çıkar (Erdoğu ve Çevik: 57-59).

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Childe'in 1950 tarihli "The Urban Revolution" adlı çalışmasında kentsel toplulukları tanımlamak için belirlediği on kriterden bazıları, Batı Anadolu'daki Kalkolitik yerleşimlerde henüz tam anlamıyla gözlenmemektedir. Ancak, bu kriterlerden bazılarının ilişkin ilk belirtiler söz konusudur. Özellikle mimari farklılaşma, obsidyen ticareti, ortak seramik formları sosyal tabakalaşmanın ilk örneklerini oluşturabilir. Batı Anadolu'da Kalkolitik Çağ, bir yandan Neolitik dönemden devralınan yerleşik yaşam tarzının sürdürülmesini sağlarken, diğer yandan bölgesel farklılıklar, teknolojik gelişmeler, ticaret ağları ve mekânsal organizasyon farklılaşmalarıyla erken şehirleşme süreçlerinin habercisi olan dinamikleri de içinde barındırmaktadır. Güvercinkayasası gibi yerleşimlerde artı ürün kontrolü ve merkezleşmiş yapılar; Ulucak, Uğurlu ve Çukuriçi gibi merkezlerde zanaat üretimi ve dış ticaret göstergeleri; mimari çeşitlilik ve farklı hammadde kullanımı gibi olgular, Batı Anadolu'nun 4. binyıl sonlarına doğru karmaşıklaşan bir sosyal yapı geliştirmekte olduğunu ortaya koymaktadır.

Batı Anadolu Geç Kalkolitik Dönemi, sosyal ve ekonomik yapılar açısından önemli bir geçiş sürecini temsil eder. Kalıcı yerleşimler, planlı mimari, uzman zanaatkârlık, artı ürün birikimi ve kısmi toplumsal farklılaşma, bölgenin tarih öncesi gelişiminde temel unsurlardır. Ancak bu dönemde henüz klasik anlamda kentleşme koşulları oluşmamıştır. Uzun mesafe ticaret ve zanaatkârlıkta gözlenen artış, bölgesel entegrasyonu güçlendirmiş, fakat merkezi otorite eksikliği ve siyasi yapılanmadaki farklılıklar, kentleşme sürecinin yavaş ilerlemesine neden olmuştur. Bu bağlamda, Batı Anadolu Geç Kalkolitik yerleşimleri, kent öncülü (proto-urban) yerleşimler olarak değerlendirilmelidir.



## KAYNAKÇA

Aksoy, B. (2020). Ekonomik belirlenimci bakış ile Anadolu'da değişim ve dönüşüm: Kalkolitik çağ. In E. Abay & F. Dedeoğlu (Eds.), *Arkeolojide çöküş ve dönüşüm süreçleri* (Tematik Arkeoloji Serisi 4). Ege Yayınları.

Childe, G. V. (1950). Urban revolution. *The Town Planning Review*, 21(1), 3–17.

Çevik, Ö. (2007). The emergence of different social systems in Early Bronze Age Anatolia: Urbanisation versus centralisation. *Anatolian Studies*, 57, 131–140. <https://doi.org/10.1017/S0066154600008553>

Duru, R. (1999). Göller yöresinde Neolitik köyden kasabaya geçiş. In *Tarihten günümüze Anadolu'da konut ve yerleşme*. Tarih Vakfı Yayınları.

Horejs, B. (2012). Proto-urbanisation without urban centres? A model of transformation for the Izmir region in the 4th millennium BC. In B. Horejs & M. Mehofer (Eds.), *Western Anatolia before Troy. Proto-urbanisation in the 4th millennium BC?* Austrian Academy of Sciences Press.

Horejs, B., & Schwall, C. (2015). New light on a nebulous period – Western Anatolia in the 4th millennium BC: Architecture and settlement structures as cultural patterns? In S. Hansen, P. Raczky, A. Anders, & A. Reingruber (Eds.), *Neolithic and Copper Age between the Carpathians and the Aegean Sea. Chronologies and technologies from the 6th to the 4th millennium BCE* (Archäologie in Eurasien 31, pp. 457–474). Bonn.

Eraslan, A. (2008). The Anatolian urban model: Its origin and evolution (5200-2200 BC). *Colloquium Anatolicum*, 7, 177–196.

Erdoğu, B., & Çevik, Ö. (2015). Batı Anadolu kronolojisi ve terminolojisi: Sorunlar ve öneriler. *Anadolu Prehistorya Araştırmaları Dergisi*, 1.

Erdoğu, B., & Çevik, Ö. (2020). Kıyı Batı Anadolu'nun kronolojisi ve terminolojisinin yeniden değerlendirilmesi. *ADerg*, XXV, 45–66.

Fidan, E. (2021). Urbanism in the Western Anatolian Early Bronze Age. In L. K. Harrison, A. N. Bilgen, & A. Kapuci (Eds.), *The Early Bronze Age in Western Anatolia*. SUNY Press.

Kouka, O. (2012). Past stories – Modern narratives: Cultural dialogues between East Aegean islands and the West Anatolian mainland in the 4th millennium BC. In B. Horejs & M. Mehofer (Eds.), *Western Anatolia before Troy. Proto-urbanisation in the 4th millennium BC?* Austrian Academy of Sciences Press.

Naiboğlu, N. (2017). Batı Anadolu ve Güneydoğu Avrupa kentleşme modellerinin karşılaştırması (Doctoral dissertation). İstanbul Üniversitesi.



Özdoğan, M. (2023). The making of the Early Bronze Age in Anatolia. *Old World: Journal of Ancient Africa and Eurasia*, 1–58.

Şahoğlu, V., & Tuncel, R. (2012). New insights into the late Chalcolithic of coastal Western Anatolia: A view from Bakla Tepe, Izmir. In B. Horejs & M. Mehofer (Eds.), *Western Anatolia before Troy. Proto-urbanisation in the 4th millennium BC?* Austrian Academy of Sciences Press.



## **Banka ve Enflasyon İlişkisi: Katılım ve Mevduat Bankalarının Enflasyon ile İlişkisinin Değerlendirilmesi**

*Dr. Dilber EKİNLER<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>E-mail: dyildirim\_1989@hotmail.com; Şırnak Defterdarlığı, Cizre Vergi Dairesi, Şırnak / Türkiye.  
ORCID: 0000-0001-6656-5133

---

### **Özet**

Bankalar piyasanın düzenli bir şekilde işleminde önemli bir rolü olan işletmelerdir. Piyasaya sunduğu çeşitli hizmetler ile piyasanın vazgeçilmez işletmelerinden biri haline gelmiştir. Bankalar bu hizmetleri yerine getirirken karşılığında gelir elde etmektedir. Sundukları hizmetler ve bu hizmetlerden elde ettikleri gelir bakımından bankalar farklılık göstermektedir. Bunlar faiz ile işlemleri gerçekleştiren bankalar ve faizsiz işlemler gerçekleştiren bankalar şeklinde ayrılmaktadır. Söz konusu bu bankaların enflasyon arasındaki ilişkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada mevduat bankaları ve katılım bankaları ele alınmıştır. Son yıllarda bankaların enflasyon üzerindeki etkileri hakkında literatürde birçok çalışma yapılmıştır. Ancak katılım bankalarının enflasyon ile ilişkisi üzerinde çalışılan çalışmalar literatürde sınırlı sayıda kalmaktadır. Bu nedenle çalışmada mevduat bankaları ile birlikte katılım bankalarının enflasyon arasındaki ilişkileri açıklanmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda literatür araştırması yapılarak katılım ve mevduat bankalarının enflasyon arasındaki ilişki açıklanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bankacılık, Enflasyon, Katılım Bankacılığı

---

### **Abstract**

Banks are institutions that play a crucial role in ensuring the orderly functioning of markets. Through the various services they provide, they have become indispensable actors within the financial system. While fulfilling these services, banks also generate income in return. However, the services offered and the revenues derived from these services differ across banks. In this regard, banks can be classified into two groups: those conducting interest-based operations and those operating on interest-free principles. The aim of this study is to determine the relationship between these types of banks and inflation. Specifically, deposit banks and participation banks have been examined. In recent years, a considerable number of studies have been conducted in the literature regarding the effects of banks on inflation. Nevertheless, research focusing on the relationship between participation banks and inflation has remained relatively limited. Therefore, this study seeks to explain the relationship of both deposit banks and participation banks with inflation. To this end, a literature review was conducted, and the relationship between inflation and both participation and deposit banks was elaborated.

**Keywords:** Banking, Inflation, Participation Banking

## GİRİŞ

Bankalar gerçek veya tüzel kişilerin tasarruflarını değerlendiren, bu tasarrufları gelir getirici işlerde kullanan ve para transferi, aracılık gibi çeşitli hizmetler sunan işletmeler olarak bilinmektedir. Söz konusu bu işletmeler piyasadan hem para çekmekte hem de piyasaya para aktarmaktadır. Bu şekilde tasarruf sahiplerine faiz geliri sağlayıp para aktardıklarından ise faiz geliri elde etmektedir. Katılım bankaları ise piyasada faizsiz bankacılık olarak da isimlendirilmektedir. Katılım bankalarının yapmış olduğu işlemler diğer banka işlemlerinden farklılık göstermektedir.

Mevduat bankaları birden fazla faaliyet gerçekleştirse de esas görevleri parası olan taraftan fon almak ve toplanan fonları bir havuzda toplayarak fona ihtiyaç duyanlara geri ödemeleri şartıyla vermektir. Bankaya geri almak şartıyla ödünç para verenlere mevduat sahipleri, bankanın ödünç para verdiği kimselere ise borçlular denilmektedir. Bu iki taraf arasında bankalar aracılık yapmaktadır. Bankaların verdiği kredilerden elde ettiği gelir ile paralarını kullandığı mevduat sahiplerine ödediği tutar faiz olarak adlandırılmaktadır. Finansal veya finansal olmayan firmalar, bireyler, ulusal ve yerel yönetimler mevduat sahibi ya da borçlu olabilir (Gobat, 2012: 38). Katılım bankalarında parasal işlemler ile mal ve hizmet hareketleri birbirine bağlıdır. Her parasal işlemin veya hareketin mal veya bir hizmete karşılık gelmektedir. Çünkü bu sistemde gelir, kar ve zarar ortaklığına göre bölüştürülmektedir. Bu sistemde bankaya yatırılan paradan bir kazanç elde edilmek isteniyorsa elde edilen kazancın topluma sunulan bir mal veya hizmetin değerindeki artışa karşılık gelmesi gerekmektedir (Özsöz, Görmez ve Mekik, 2013: 188). Dolayısıyla bankaların gerçekleştirmiş oldukları işlemlere bakıldığında bankaların sunmuş olduğu hizmetlerin piyasadaki mal ve hizmetlerin fiyatlarına etkisi olduğunu söylemek mümkündür.

Belirli bir zamandaki fiyatların sürekli artış oranı enflasyon olarak ifade edilmektedir. Genellikle bir ölçü olarak kullanılmaktadır. Mal veya hizmet grubunun belirli bir süre içerisinde fiyatının nereden nereye geldiğini gösterir. Genellikle bu süre bir yıl olarak baz alınır (Oner, 2010: 44). Enflasyon ortamında girişimciler mal ve hizmetleri ile ilgili gelecekteki satışlarının ne olacağını hakkında bir karar varamadıkları için bu konuda planlama ve yatırım yapmaları zorlaşmaktadır. Bankalar açısından bakıldığında enflasyon oranı ne kadar yüksekse firmaların başvurdukları kredilerin örtük riskleri de o derece yüksek olacağından kredi vermek karmaşık bir hal almaktadır. Bu durum kredilerde düşüşü meydana getirmektedir (Tinoco-Zermeno, Torres-Preciado ve Venegas-Martínez, 2022: 2).

## LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tinoco-Zermeno vd. (2022) enflasyon oranlarının banka kredileri üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. 2003-2015 yılları arasında 32 Meksika eyaletine ait panel verileri kullanmışlardır. Kısa ve uzun vadede ilişkiyi analiz etmek amacıyla dinamik ve statik modeller kullanmışlardır. Ulaşılan sonuç enflasyon oranlarının kısa vadede pozitif olma eğiliminde olduğunu, uzun vade ede ise kredi üzerinde negatif etkiler yarattığını göstermiştir.

Ivakhnenkov, Hlushchenko ve Sverenko (2020) daha önce yapılmış çalışmalara dayanarak yapmış oldukları çalışmada uzun vadede kredi fiyatlarının oluşumundaki temel eğilimleri belirlemeyi ve banka kredi faiz oranlarıyla ilgili sorunlu konuları tespit etmeyi amaçlamışlardır. Sonuç olarak enflasyon oranının dinamikleri, batık banka kredilerinin dinamikleri ve oranları arasında doğrudan bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur.

Çakır ve Parker (2023) Türkiye’de katılım ve mevduat bankalarının vermiş olduğu sektörel krediler ile enflasyon arasındaki nedensellik ilişkisini incelenmişlerdir. Bu ilişkinin zamana, banka ve sektör türüne göre değişip değişmediği Granger Nedensellik Testi (GC), Zamanla Değişen Granger Nedensellik (TVGC) Testi ve Vektör Otoregresyon Modeli (VAR) yardımıyla analiz edilmiştir. Her iki banka türü tarafından kullanılan toplam krediler ile enflasyon arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Bazı sektörlerde (denizcilik, turizm, metal, işlenmiş madenler) kullanılan mevduat banka kredilerinin enflasyona sebep olduğu katılım bankalarının vermiş olduğu kredilerin enflasyona sebep olmadığı görülmüştür. Bu durum sektörden sektöre değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda hem mevduat bankalarının reel sektöre daha fazla destekleyecek politikaları hem de katılım bankaların mudaraba, muşaraka, leasing gibi politikalarının enflasyon baskısını azaltabileceğini değerlendirmişlerdir.

Kazak (2023) katılım bankalarının tüketici kredileri ve kredi kartlarının enflasyon üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Türkiye’nin 2005 ile 2022 arasındaki verileri Toda-Yamamoto prosedürünü Fourier fonksiyonu (FTY) ile genişleten bir nedensellik testi ile analiz edilmiştir. Buna göre katılım bankalarının hiçbir değişkeni (kredi kartları, kurumsal kredi kartları, bireysel kredi kartları ve tüketici fon kullanım hacmi) için TÜFE nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

## **SONUÇ VE TARTIŞMA**

Bir mal veya hizmetin fiyatı aynı zamanda talep ile de bağlantılıdır. Piyasada bir mala veya hizmete talep artınca söz konusu mal veya hizmetin arzı sınırlıysa fiyatın artacağı söylenebilir. Bu durum insanların refah düzeyiyle de ilgilidir. Örneğin mal veya hizmetin fiyatının artması bireylerin alımlarında bir değişiklik yaratmıyorsa piyasa koşullarında söz konusu mal veya hizmetin fiyatının düşmesi beklenmez. Aynı zamanda gerçek veya tüzel kişilerin bankalardan ödünç aldıkları paralar gerçek veya tüzel kişilerde dolayısıyla piyasada bir para bolluğuna neden olur. Para bolluğu mal ve hizmete olan talebi artırır. Dolayısıyla bankalardan alınan ödünç paraların fiyat üzerinde etkisi olduğu söylenebilir. Bu durum bankaların işleyişi bakımından farklılık gösterebilir.

Yapılan literatür araştırmasına bakıldığında mevduat bankalarından alınan krediler reel sektöre aktarılmadığında başka bir deyişle paradan para kazanma yoluna başvurulduğunda enflasyon ile nedensellik ilişkisi ortaya çıkar. Katılım bankalarında ise parasal işlemler ile mal ve hizmet hareketlerinin birbirine bağlı olduğu böylelikle paradan para kazanma yolunun mevduat bankalarından farklı olduğu söylenebilir. Ayrıca katılım bankalarında genellikle reel sektörü destekleyecek politikalar üretildiği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada katılım ve mevduat bankalarının enflasyon arasındaki ilişkisi incelenmiştir. Daha sonra yapılacak çalışmalarda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde banka ve enflasyon ilişkisi ele alınarak bir karşılaştırma yapılabilir.



## KAYNAKÇA

Gobat, J. (2012). What is a bank. *Finance and Development*, 49(1), 38–39.

Ivakhnenkov, S., Hlushchenko, S., & Sverenko, K. (2020). Macroeconomic factors that influence the bank loans rate in international and Ukrainian practice. *Development Economics*, 19(4), 35–47.

Kazak, H. (2023). Banka kredileri ve enflasyon arasındaki ilişki katılım bankaları açısından da geçerli mi? Türkiye üzerine Fourier işlevli bir nedensellik analizi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 15(4), 2527–2542.

Öner, C. (2010). What is inflation. *Finance and Development*, 47(1), 44–45.

Özsoy, İ., Görmez, B., & Mekik, S. (2013). Türkiye’de katılım bankalarının tercih edilme sebepleri: Ampirik bir tetkik. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 20(1), 187–206.

Paker, R., & Çakır, M. (2023). Sektörel krediler ile enflasyon arasındaki nedensellik ilişkisi: Katılım ve mevduat bankalarının karşılaştırılması. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 19(2), 275–297.

Tinoco-Zermeno, M. Á., Torres-Preciado, V. H., & Venegas-Martínez, F. (2022). Inflation and bank credit. *Investigación Administrativa*, 51(129), 1–20.

## Katılım Bankalarının Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve Önemi

*Dr. Dilber EKİNLER<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>E-mail: dyildirim\_1989@hotmail.com; Şırnak Defterdarlığı, Cizre Vergi Dairesi, Şırnak / Türkiye.  
ORCID: 0000-0001-6656-5133

---

### *Özet*

Bir ülkenin ekonomisinin belirli bir düzen içerisinde işleminde bankalar önemli bir role sahiptir. Bankalar tasarruf sahipleri ile ihtiyaç sahipleri arasında aracılık yaparak ekonomiye katkıda bulunmaktadır. Faaliyet alanlarına göre banka türleri bulunmaktadır. Çalışmada son yıllarda Türkiye'nin çeşitli yerlerinde şube açan katılım bankalarının ekonomideki yeri ve önemi değerlendirilmiştir. Katılım bankaları, İslami bankacılık veya faizsiz bankacılık sistemi olarak da adlandırılmaktadır. Katılım bankaları, faiz hassasiyeti bulunan gerçek veya tüzel kişilerin birikimlerini ekonomiye kazandırmada önemli bir rol oynamaktadır. Katılım bankalarının böylelikle “yastık altı” denilen birikimlerin ekonomiye kazandırılması ve aynı zamanda bu birikimlerin reel sektörde değerlendirilmesiyle ülkedeki mal ve hizmet üretiminin artması ve bu sayede fiyatların birden artmasının önüne geçmesi gibi ekonomiye birden çok avantaj sağlamaktadır. Buradan yola çıkılarak katılım bankalarının buldukları ülkenin ekonomisinde önemli bir yere sahip olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Bankacılık, Ekonomi, Katılım Bankacılığı

---

### *Abstract*

Banks play a significant role in ensuring that a country's economy functions in an orderly manner. By intermediating between savers and those in need of funds, banks contribute directly to the economy. Depending on their field of operation, different types of banks exist. This study evaluates the position and importance of participation banks, which have recently expanded by opening branches across various regions of Turkey, within the national economy. Participation banks, also referred to as Islamic banking or interest-free banking, serve as crucial financial institutions in mobilizing the savings of individuals and corporations who are sensitive to interest. In this way, participation banks play an important role in channeling so-called “under-the-mattress” savings into the economy and ensuring that these funds are utilized in the real sector. Consequently, they contribute to increasing the production of goods and services in the country, preventing sudden price surges, and thereby providing multiple advantages to the economy. Based on these observations, it can be stated that participation banks hold a significant place in the economy of the countries in which they operate.

**Keywords:** Banking, Economy, Participation Banking

---

## GİRİŞ

Banka, tasarruf etmek isteyen kişiler ile paraya ihtiyacı olan ve bundan dolayı borç almak isteyen kişiler arasında aracı rolü üstlenen kurumdur. Esas faaliyetleri kişi veya kuruluşlardan mevduat toplamak ve krediler vermektir (Ongena ve Smith, 2000: 224). Katılım bankaları ise diğer banka işleyişlerinden farklı olarak faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu bankalar faizsiz işlemler gerçekleştirerek bankacılık sistemine yeni bir faaliyet kazandırmışlardır.

Katılım bankaları ilk olarak 1983 senesinde “Özel Finans Kuruluşu” adı ile faaliyetline başlamıştır. Daha sonra 2005 senesinde yeni bankacılık Kanunu düzenlemeleri ile bankacılık sektörünün bir parçası olmuştur. Bu bankalar diğer bankalar gibi fon toplama ve kullandırma işlemlerinden faiz tahsil etmeyerek yatırıma ortak olmayı ve bunun neticesinde müşterinin kar veya zarara da ortak olmayı amaçlamaktadır. Katılım bankalarının yatırımlara reel sektöre yöneliktir (Gökçen ve Gönen, 2017: 62). Bu durum ekonomide katılım bankalarının yerini önemli kılmaktadır.

Türkiye’de birden fazla katılım bankaları faaliyet göstermektedir. Türkiye’de faaliyet gösteren katılım bankaları Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Türkiye Faaliyet Gösteren Mevcut Katılım Bankaları

İsimleri	Mekana Sahip Olup Olmama Durumu
Albaraka Türk Katılım Bankası A.Ş.	Belirli bir mekana sahiptir.
Dünya Katılım Bankası A.Ş.	Belirli bir mekana sahiptir.
Hayat Finans Katılım Bankası A.Ş.	Dijital Banka
Kuveyt Türk Katılım Bankası A.Ş.	Belirli bir mekana sahiptir.
T.O.M. Katılım Bankası A.Ş.	Dijital Banka
Türkiye Emlak Katılım Bankası A.Ş.	Belirli bir mekana sahiptir.
Türkiye Finans Katılım Bankası A.Ş.	Belirli bir mekana sahiptir.
Vakıf Katılım Bankası A.Ş.	Belirli bir mekana sahiptir.
Ziraat Katılım Bankası A.Ş.	Belirli bir mekana sahiptir.

**Kaynak:** <https://www.bddk.org.tr/Kurulus/Liste/77>

Tablo 1’bakıldığında Türkiye’de faaliyet gösteren katılım bankalarının 9 tane olduğu, bunlardan Hayat Finans Katılım Bankası A.Ş. ve T.O.M. Katılım Bankası A.Ş. bankalarının dijital olarak faaliyetlerini sürdürdükleri görülmektedir.

**Şekil 1.** Katılım Bankaları Temel Sektör Göstergeleri (Nisan 2025 verileri)



**Kaynak:** <https://tkbb.org.tr/>

Katılım bankaları diğer bankalardan farklı olma özelliği nedeniyle farklı bir bankacılık sistemini geliştirmesi ile birlikte çalışan sayısı, kullandırılan fonlar, şube sayısı, ve aktiflere bakıldığında bankacılık sistemindeki yeri ve öneminin arttığını söylemek mümkündür (Yıldırım, 2020: 525).

## LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Katılım bankalarının ekonomiyile ilişkisini ele alan bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Aka (2019) yapmış olduğu çalışmada katılım bankalarının karlılığını belirleyen faktörlerin neler olduğunu belirlemeyi amaçlamıştır. Albaraka, Türkiye Finans ve Kuveyt Türk katılım bankalarını çalışma kapsamına alarak TKBB sitesinden 2010-2018 dönemine ait çeyreklik veriler ile ekonometrik analiz yapmıştır. Çalışmada ROA ve ROE değişkenleri bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Karlılığı belirleyen bankaya özgü faktörler belirlenerek panel veri analizi yapılmıştır. Bulgulara göre banka piyasa yoğunluğu değişkenleri, operasyonel etkinlik, aktif büyüklük, kaldıraç oranı ile banka kârlılığı arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir.

Karaca, Ekşi ve Altemur (2019) yapmış olduğu çalışmada 2009-2016 yılları arasında Türkiye’de faaliyette bulunan 5 katılım bankasının girdi ve çıktıları Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılarak etkinlik analizi yapılmıştır. CCR ve BCC etkinlik skorları çıktı odaklı hesaplanan uygulamada Türkiye’de 2009-2016 yılları arasında faaliyette bulunan 5 katılım bankasının genele olarak etkin oldukları ve 2016 yılına yaklaştıkça söz konusu bankaların etkinliklerinin ve aktif büyüklüklerinin arttığı sonucuna varılmıştır.

Coşkun Turanlı ve Yılmaz (2024) Türkiye’de faaliyette bulunan katılım bankaları tarafından toplanan ve başkalarına kullandırılan fonların kredi sektörü içindeki payı ile ilişkisi incelenmesi amaçlamışlardır. Makroekonomik göstergeler kullanılan çalışmada 2017/10-2023/12 tarihleri arasındaki veriler Türkiye



Cumhuriyeti Merkez Bankası Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS) sistemi ile elde edilmiş ve aylık olarak derlenmiştir. Çalışmada Spearman's rho korelasyon analizi ve Genelleştirilmiş Lineer Model analizleri kullanılmıştır. Katılım bankalarının topladığı fonlar ile TEFE ve TÜFE, döviz kuru, verilen krediler, sektör payı, mevduat faizi, toplam krediler ve GSYİH artışı arasında istatistiki olarak anlamlı ve pozitif ilişkiler olduğu belirlenmiştir. Bulgulara göre katılım bankalarının uzun vadede ekonomiye etkilerinin artacağı söylenebilir.

Koçyiğit (2024) Türkiye'de faaliyette bulunan katılım bankalarının 2019-2022 yılları arasındaki finansal performanslarını ölçmeyi amaçlamıştır. Çalışmada etkinlik analiz yöntemi olan Veri Zarflama Analizi kullanılmıştır. Türkiye Katılım Bankaları Birliğinin sitesinden katılım bankalarının finansal tablo verilerine ulaşılmış ve bu veriler analizde girdi ve çıktı olarak kullanılmıştır. Etkinlik ölçümü için CCR ve BCR modelleri kullanılmıştır. Ulaşılan bulgulara göre çalışma dönemleri süresince katılım bankalarının etkinliğinin ortalama olarak BCC modelinde 1, 0,987, 0,974, 0,974 ve CCR modelinde 0,927, 0,980, 0,969, 0,958 olduğu sonucuna varılmıştır.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Türkiye'de var olan katılım bankalarının sayısına ve bu bankaların faaliyetlerine bakıldığında katılım bankalarının Türkiye ekonomisi üzerinde etkilerinin olduğu söylenebilir. Yapılan literatür araştırmasına bakıldığında katılım bankalarının etkin bir şekilde faaliyetlerini gerçekleştirdikleri ve böylece ekonomide kendilerine yer edindikleri sonucuna varılabilir. Katılım bankalarının diğer bankalardan farklı işlemesi faiz hassasiyeti olan gerçek veya tüzel kişilerinde tasarruflarını banka aracılığıyla değerlendirmesini yolunu açarak ekonomiye katkı sağlayacağı söylenebilir. Bu çalışmada katılım bankalarının Türkiye ekonomisindeki yeri ve önemine değinilmiştir. Daha sonra yapılacak çalışmalarda katılım bankaları ve diğer bankaların Türkiye ekonomisindeki yeri ile ilgili karşılaştırmalı bir analiz yapılabilir.

## KAYNAKÇA

Ongena, S., & Smith, D. C. (2000). Bank relationships: A review. In S. A. Zenios & P. Harker (Eds.), *Performance of financial institutions* (pp. 221–258). Cambridge: Cambridge University Press.

Aka, K. (2019). Banka karlılığının belirleyicileri: Türk bankacılık sektöründeki katılım bankaları üzerine ampirik bir uygulama. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 8(3), 21–39.

Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK). (2025). *Aktif kuruluşlar: Katılım bankaları*. Erişim adresi: <https://www.bddk.org.tr/Kurulus/Liste/77>

Karaca, S. S., Ekşi, İ. H., & Altemur, N. (2019). Türkiye'deki katılım bankalarının etkinlik analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 10(2), 280–290.

Coşkun, Ş., Turanlı, M., & Yılmaz, K. (2024). Katılım bankalarında toplanan ve kullanılan fonların sektör paylarıyla ilişkisi ve makroekonomik göstergelerin etkisi. *Journal of Islamic Research*, 35(2), 240–253.

Koçyiğit, M. M. (2024). Katılım bankalarının finansal etkinlik analizi. *International Social Sciences Studies Journal*. 10(4), 546-552.



Türkiye Katılım Bankaları Birliği (TKBB). (2025). Katılım bankaları temel sektör göstergeleri (Nisan 2025 verileri). Erişim adresi: <https://tkbb.org.tr/>

Yıldırım, O. (2020). Türkiye ekonomisinde katılım bankacılığı. *Econder Uluslararası Akademik Dergi*, 4(2), 518–529.

Gönen, İ., & Gökçen, G. (2017). Katılım bankalarının finans sektörü içindeki yeri ve katılım bankalarına yönelik müşteri algısı. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 61–77.

## Küreselleşen Dünyada Evrimleşen Tiyatro

Vahdet Yasin AKYÜZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>E-mail: vyaşınakyuz@gmail.com; Ordu Üniversitesi, Müzik ve Sahne Sanatları Fakültesi, Tiyatro Bölümü, Ordu / Türkiye.

---

### Özet

Küreselleşme, sadece ekonomik ya da siyasi sistemleri değil, kültürel üretim biçimlerini ve sanatın çeşitli alanlarını da derinden etkilemiştir. Bu bağlamda tiyatro sanatı, küresel dinamiklerin etkisiyle dönüşen, yeni ifade biçimleri arayan bir alan olarak dikkat çekmektedir. Bu bildiride, küreselleşmenin kültürel etkileri çerçevesinde tiyatronun geçirdiği evrim incelenmektedir. Geleneksel tiyatro formlarının yerel kimlikten evrensel dile geçiş süreci, postmodern temsil biçimleri, çokkültürlü yaklaşımlar, dijitalleşmenin etkileri ve disiplinlerarası açılımlar bildirinin temel odak noktalarını oluşturmaktadır.

Tiyatro, küreselleşme sürecinde yalnızca bir sanat formu olarak değil, aynı zamanda sosyal bir söylem aracı olarak yeniden konumlanmıştır. Bu süreçte tiyatro metinlerinde ulus ötesi temaların artması, sahneleme biçimlerinde teknolojik öğelerin yoğunlaşması ve izleyici-tiyatro ilişkilerinin dönüşmesi dikkat çekici örneklerdendir. Ayrıca küresel krizlerin tiyatroya yansımaları, sanatın güncel meselelerle kurduğu ilişkiyi yeniden tanımlamaktadır.

Bu bildiride, küreselleşmenin tiyatro üzerindeki etkileri ele alınmaktadır. Sonuç olarak, küreselleşen dünyada tiyatronun hem biçimsel hem de içeriksel düzeyde evrim geçirdiği ve bu evrimin sanatın sınırlarını genişleten bir potansiyel taşıdığı savunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Dijital Sahne, Kültür, Küreselleşme, Postmodernizm, Tiyatro.

---

### Abstract

Globalization has profoundly influenced not only economic and political systems but also modes of cultural production and various fields of art. In this context, theatre emerges as an art form that has undergone significant transformation under the impact of global dynamics, continually seeking new modes of expression. This paper examines the evolution of theatre within the framework of the cultural effects of globalization. The transition of traditional theatre forms from local identity to a universal language, the emergence of postmodern modes of representation, multicultural approaches, the influence of digitalization, and interdisciplinary expansions constitute the primary focal points of the study.

Within the globalization process, theatre has been repositioned not only as an art form but also as a medium of social discourse. Notable developments in this regard include the increasing prevalence of transnational themes in theatrical texts, the intensification of technological elements in staging

practices, and the transformation of audience–theatre relationships. Furthermore, the reflections of global crises on theatre have redefined the relationship between art and contemporary issues.

This paper addresses the effects of globalization on theatre. The findings suggest that in a globalizing world, theatre has evolved both formally and thematically, and that this evolution holds the potential to expand the boundaries of art.

**Keywords:** Digital Stage, Culture, Globalization, Postmodernism, Theatre

---

## GİRİŞ

Küreselleşme, son yirmi yıl içerisinde, gerek uluslararası politika ve diplomasi alanında gerek bu alana ait akademik çalışmalarda en çok kullanılan terimlerin başında gelmektedir. Bu özelliğine rağmen, küreselleşmenin genel kabul gören bir tanımı bulunmamakta, bu kavram birbirinden farklı anlamlara gelebilecek şekilde kullanılmaktadır.

Örneğin, literatürde küreselleşmenin, uluslararasılaşma, evrenselleşme, liberalizasyon, Batılılaşma, karşılıklı bağımlılık, modernizasyon gibi çeşitli terimlerle eşanlamlı olarak kullanıldığı görülebilmektedir.

Buna ilaveten, günümüzde yaygın bir şekilde görüldüğü üzere, küreselleşme kavramı, hemen her olayla ilintilendirilmekte, neden-sonuç ilişkisi içerisinde temel etken olarak yansıtılmakta ve bu geniş kullanımdan ötürü, esas itibariyle ne olduğu anlaşılamayan bir klişe haline gelmektedir.

## YÖNTEM

Bu araştırma, nitel bir kuramsal çözümleme çalışmasıdır. Literatür taraması yöntemiyle küreselleşme, kültürel endüstri, postmodernizm ve tiyatro disiplinlerinin kesişiminde yer alan kaynaklar analiz edilmiştir. Ana odak, küreselleşmenin tiyatro üzerindeki etkilerinin çok katmanlı yapısını açıklamak ve kültürel-politik boyutlarını irdelemektir. Tiyatroda kültürel temsil biçimlerinin dönüşümü; örnek olaylar, kavramsal tartışmalar ve eleştirel kuramlar ışığında çözümlenmiştir.

## BULGULAR

### 1 Ekonomik Boyut

Bu süreçte, en önemli birim çokuluslu şirketler olarak ortaya çıkmakta, bu şirketler portföy yatırımlarından doğrudan yabancı yatırımlara, uluslararası mal ve hizmet ticaretinden turizme kadar birçok ekonomik alanda faaliyet göstermektedirler.

## 2 Siyasi/Güvenlik Boyutu

Siyasi küreselleşme, esas itibariyle, günümüz dünyasında siyasi güç, otorite ve yönetim biçimlerindeki yapısal dönüşüm olarak tanımlanabilir. Günümüzde, nüfuz alanını tüm dünya olarak kabul eden “küresel siyaset” anlayışının giderek güçlendiği görülmektedir.

## 3 Teknolojik/İletişimsel Boyut

Çağdaş küreselleşmenin en önemli tetikleyicilerinden biri de özellikle son dönemde artan bir hızla gelişen iletişim devrimine ilişkindir. Literatürde, “üçüncü sanayi devrimi” olarak da adlandırılan bu devrimin özellikleri arasında veri iletiminde mikroişlemciden ve uydu teknolojilerinden faydalanılması, bilginin saklanması, depolanması, işlenmesi ve iletilmesinde dijital ortamlardan yararlanılması ve iletişim araçlarının üretim ve kullanım maliyetlerindeki radikal düşüş seyri sıralanabilir.

## 4 Çevresel Boyut

Küreselleşmenin çevre boyutu, yerkürenin demografik durumuyla da yakından ilintilidir. Dünya nüfusunun artışı, en azından bazı bölgelerde, mevcut kaynakların kısılaşması anlamına gelmektedir. Bölgesel düzeyde başlasa da küresel etki yaratabilecek açlık, kıtlık, kuraklık, kirlilik ve göç gibi çevresel sorunlar ciddiye arz etmektedir.

## 5 Kültürel Boyut

Günümüzde, iletişim devriminin etkisiyle bireyler ve toplumlar arasındaki etkileşim dünya çapında ileri bir seviyeye ulaşmıştır. Bayar’a (2008, ss. 25-34) göre bu gelişme, farklı yaşam tarzlarının ortak paydada buluşmasını sağlamış, zevk ve ilgi alanlarında belirli bir uyum, hatta kimi zaman tekdüzeliği beraberinde getirmiştir. Böylelikle küresel ölçekte bir kültür ve birikim oluşmuştur. Ancak Bayar, bu sürecin yalnızca kültürel uyum yaratmadığını; aynı zamanda farklılaşma ve ayrışmayı da tetikleyebildiğini, ayrıca kültürel etkileşimin çift yönlü ilerlediğini, yani küresel unsurların yerel ulaşması kadar yerel unsurların da küresele taşınabildiğini vurgular.

Küreselleşmeye dair yaklaşımlar literatürde üç temel çerçevede ele alınmaktadır: Radikalçiler, Şüpheciler ve Dönüşümcüler. Şahin’e (2007, ss. 59-61) göre Radikal yaklaşım, küreselleşmeyi insanlık için yararlı bir süreç olarak değerlendirmekte, bunun ilk gerçek küresel uygarlığın habercisi olduğunu savunmaktadır. Bu bakış açısına göre küreselleşme, yeni toplumsal örgütlenme biçimlerini ortaya çıkarırken küresel piyasayı politikanın; dünya toplumunu ise ulus-devletin önüne geçirmektedir. Şüpheli yaklaşım ise küreselleşmenin yeni bir olgu olmadığını, bu sürecin aşırı küreselleşmeciler tarafından abartıldığını öne sürmektedir. Şüpheciler, uluslararasılaşma ve bölgeselleşmeye önem verirken, küreselleşmenin abartılı bir efsane hâline getirildiğini düşünmektedir. Dönüşümcü yaklaşım ise küreselleşmeyi geri dönüşü olmayan bir olgu olarak görmekte, ulus-devletin önemli ölçüde değişim geçirdiğini, milli ekonomi ve kültürel homojenliğin zayıfladığını, ancak devletlerin otoritelerini yeniden yapılandırarak temel siyasi aktör konumlarını koruduğunu savunmaktadır.

Giddens (2005, s. 337), tarihsel olarak Milletler Ligi’nin ve ardından kurulan Birleşmiş Milletler’in küresel güvenliği sağlamada başarısız olduğunu, her iki yapının da esasen Amerikan düşünce ve planlamasının ürünü olduğunu ifade etmektedir. Can (2005, s. 190), kapitalist sistemin temelinin sermaye olduğunu, amacının ise bu sermayeyi artırmak olduğunu belirtmektedir. Bu bağlamda



kapitalizmin köklerinin “para aşkına” dayandığını ve bu sistemin ekonomik etkinliğin hem başlangıç hem de son hedefini oluşturduğunu dile getirir. Şenel (2009, s. 1023) ise sömürü düzeninin tarih boyunca soykırım ve kültürkırım gibi ağır yıkımlar getirdiğini, Yeni Dünya’da yerli halkların nüfuslarının dramatik biçimde azaldığını vurgular.

Levi-Strauss (2010, s. 70), ırkçılığın sömürü düzeninin başlıca araçlarından biri olduğunu, tarihsel örneklerde üstünlük iddialarının çoğu zaman askeri ve teknolojik güçten kaynaklandığını belirtir. Yazar (s. 90), modern dönemde ise etnik farklılıkların bahane olarak bile kullanılmadığı, ancak artan toplumsal gerilimlerin hoşgörüsüzlük ve ırkçı nefret riskini beslediği uyarısında bulunur.

Cebeci (2008, s. 35) küreselleşmeyle birlikte klasik sınırların kalktığını ve toplumların ekonomik gelişmişlik, yaşam kalitesi, insan hakları ve liberal değerler gibi kriterlerle tasnif edildiğini aktarır. Bu dönüşüm, çok uluslu şirketler, bölgesel entegrasyonlar ve sivil toplum kuruluşlarının politika yapımında etkin aktörler hâline gelmesini sağlamıştır. Erhan’a (2003, s. 13) göre küresel tehditler karşısında hiçbir ülke tek başına başarılı olamaz; ancak mevcut uluslararası dinamikler gerçek bir işbirliği ortamının kısa vadede oluşmasına imkân tanımamaktadır.

Marcuse (1990, ss. 29-48, 214, 37), modern endüstriyel toplumun teknolojik temelini düzenleme biçimiyle totaliterleşme eğilimi gösterdiğini, bireylerin kimliklerini tükettikleri mal ve mülk üzerinden tanımlar hâle geldiğini vurgular. Belek (1997, s. 237), Fordizm ve Post-Fordizm’in üretim, tüketim ve iş ilişkilerinde yarattığı dönüşümleri aktarırken; Adorno (2008, ss. 167-168), kültürün ticarileşerek tamamen piyasa mekanizmalarına tabi hâle geldiğinde, sanatsal değerini kaybetme tehlikesine işaret eder. İlhan (2003, s. 133) ise Türkiye’de “küreselleşme” kavramının siyasal söyleme Turgut Özal döneminde girdiğini ve bunun özelleştirme politikalarıyla birlikte yürütüldüğünü belirtir.

Nutku (2002, ss. 251-252), II. Dünya Savaşı sonrasında kapitalist ülkelerde ticari tiyatroya karşı yeni bir tiyatro anlayışının doğduğunu; bu anlayışın biçimsel kalıpları parçalayarak burjuva seyirciyi şoka uğrattığını ve ticari tiyatroya başkaldırdığını ifade eder. Tanilli (2003, ss. 502-503) ise Türkiye’de tekelci sermayenin kültür alanında etkinliklerini artırarak “sermaye tiyatrosu” oluşturma çabalarına dikkat çeker. Ezici (2008, ss. 63-69) Batı tarzı tiyatronun egemenliği altında geleneksel tiyatro biçimlerinin gölgede kaldığını ve bu durumun kültürel çeşitlilik ile yerel temsiliyet üzerinde olumsuz etkiler yarattığını belirtir.

Kocabay (2005, s. 67), kültürlerarası etkileşimin insanlık tarihinde temel bir varoluş biçimi olduğunu; ancak kavramın özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren yaygınlaştığını aktarır. Ezici (2010, ss. 47-50), kültürlerarası sahne uygulamalarında, yerel kaynakların yabancı seyircilere aktarımı sırasında iletişim değerinin kaybolabileceğini ve Peter Brook’un Mahabharata uyarlamasında olduğu gibi, bu tür projelerin kültürel emperyalizm ve oryantalizm eleştirilerine açık olduğunu ifade eder.

Nutku (1985, s. 343) sokak tiyatrosunun kapitalizme ve uluslararası politikalara karşı en güçlü başkaldırı biçimlerinden biri olduğunu vurgular. Brockett (2000, s. 654), postmodern tiyatronun temel özelliklerini geleneksel engellerin yıkılması, teknik ve biçim çeşitliliğinin benimsenmesi ve tarihsel-kültürel değerlerin tersyüz edilmesi olarak sıralar. Carlson (2007, s. 342), modern dramın mitolojiden koparak gündelik yaşamın maddiliğine indirgenmesinin, bireyin kapitalizmin tek tipleştirici baskılarına karşı kendi bireyselliğini savunma mücadelesine dönüştüğünü belirtir.

Fuchs (2003, s. 179), 1990'larda ortaya çıkan "anti-alışveriş tiyatrosu"nun tüketim kültürünü ironik biçimde eleştirdiğini aktarır. Geis (1996, ss. 33-41) postmodern tiyatrodaki çift kodlama, parodi, pastiş, ironi, metafor, metonimi, yapıbozum, çoğulculuk ve melezleştirme gibi tekniklerin özgürce birlikte kullanılabilirdiğini belirtir. Innes (2004, s. 16), avant-garde tiyatronun tiyatroya ilişkin temel soruları yeniden sorarak, modern çağın bilimsel ethosuyla "ilk biçimlere" dönüş arayışı içinde olduğunu ifade eder.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

İkinci Dünya Savaşı sonrasında bilim ve teknolojiden umulanın elde edilememesi, bireyde büyük bir psikolojik yıkıma, karamsarlığa, toplumlarda ise önemli bir sosyal çöküntüye sebep olurken, birey ve toplum tüm siyasal, dinsel ve etik değerleri yitirmenin, yaşamı artık anlaşılmaz, acı veren ve akla uygun olmayan bir olgu olarak görmenin eşiğine gelmiştir. Zamanla yaşanan derin çöküntüler bireyi ve toplumu bu eşikten içeri çekerek, duygusuzluğun yabancılaşmanın ve iletişimsizliğin kucağına itmiştir. İşte toplumdaki böylesi bir durum koşut olarak kendini sanatta da göstermeye zorlayacak ve bununla çağa özgü yeni anlayışların doğmasına sebep olacaktır. Böylelikle bu değişim ve dönüşümle kendini avant- garde'ın merkezine yerleştiren absürd biçim ortaya çıkacak; bu ise absürd tiyatronun doğmasına yol açacaktır. Varoluşçu Tiyatro'nun ardından, Kültürlerarası Eğilimler, Yoksul Tiyatro, Tiyatro Antropolojisi, Kutsal Tiyatro, Ezilenlerin Tiyatrosu, Postmodern Tiyatro, Alternatif Tiyatro ve In Your Face, tiyatrodaki yeni eğilimleri oluşturmuşlardır. Küreselleşmenin sonucunda tiyatro, kültürlerarasılık bakımından kazançlı çıkarımlar elde etmiş olsa da, yoz ticarileşmenin sanat eserini piyasalaştırması karşısında diğer sanat dalları gibi örselenmiştir.

Postyapısalcıların 70'lerin sonunda ve 80'lerde ilân ettikleri "ölümler"; Lacan'ın öznenin sonu, Foucault'nun insanın sonu, Derrida'nın varlık metafiziğine saldırışı, Barthes'in yazarın ölümü, Baudrillard'ın yıkıcı simülakr düşüncesi, Lyotard'ın modernizmin meta anlatıları yıkması düşünceleri küreselleşme ile birlikte değişen-dönüşen sanatın ulaştığı noktalardır. Milenyumun başında Fuchs'sun karakteri öldürmesi de tüm bu ölümleri peşi sıra desteklemektedir. Descartes'in "cogito ergo sum"unun "tüketiyorum, o halde varım"a dönüşmesi ise herhalde bu kadar ölümün içinde var olmanın ironik bir evrimidir.

## KAYNAKÇA

Adorno, T. W. (2008). Edebiyat Yazıları. Metis Yayınları.

Bayar, F. (2008). Küreselleşme Kavramı ve Küreselleşme Sürecinde Türkiye. *Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi*, sayı: 32.

Belek, İ. (1997). Postkapitalist Paradigmalar, Sorun Yayınları.

Brockett, O. G. (2000). Tiyatro Tarihi. Dost Kitabevi Yayınları.

Can, N. (2005). Özgür Birey Sınırlı Devlet, Hece Yayınları.



- Carlson, M. (2007). Tiyatro Teorileri Yunanlılardan Bugüne Tarihsel ve Eleştirel Bir İnceleme. De Ki Basım Yayım Ltd. Şti.
- Cebeci, K. (2008). Küreselleşme Bağlamında Ulus-Devletin Egemenlik Gücünün Dönüşümü. *Sayıştay Dergisi*, Sayı: 71.
- Erhan, Ç. (2004). Küreselleşme Döneminin Tehditleriyle Mücadele. *Stradigma.Com Aylık Strateji ve Analiz E-Dergisi*, Sayı: 5.
- Ezici, T. (2010). Çağdaş Tiyatro Uygulamalarımızda Çokkültürlülük/Kültürlerarasılık Kavramlarına Yaklaşım; Paradigmalar ve Paradokslar. *Tiyatro Araştırmaları Dergisi*, Sayı: 29.
- Ezici, T. (2008). Türk Üniversite Tiyatrosunda Geleneksel Kültür Araştırmalarının İşlevi. *Tiyatro Araştırmaları Dergisi*, Sayı: 25.
- Fuchs, E. (2003). Karakterin Ölümü Modernizmden Sonra Tiyatro. Dost Kitabevi Yayınları.
- Geis, D. R. (1996). Şimdiki Zamanda Hareket Etmek: Deneysel Tiyatro'da Monolog ve Postmodernizm Söylemleri. *Agon Tiyatro Eleştiri, İnceleme, Tartışma Dergisi*, 9. Sayı Postmodern Tiyatro, Haziran.
- Giddens, A. (2005). Ulus-Devlet ve Şiddet. Devin Yayınları.
- Innes, C. (2004). Avant-Garde Tiyatro 1892-1992. Dost Kitabevi Yayınları.
- İlhan, A. (2003). Hangi Küreselleşme, İş bankası Kültür Yayınları.
- Levi-Strauss, C. (2010). Irk, Tarih ve Kültür. Metis Yayınları.
- Marcuse, H. (1990). Tek Boyutlu İnsan İleri İşleyim Toplumunun İdeolojisi Üzerine İncelemeler. İdea Yayınları.
- Nutku, Ö. (1985). Dünya Tiyatrosu Tarihi 2. Remzi Kitabevi.
- Nutku, Ö. (2002). Oyunculuk Tarihi 2. Dost Kitabevi Yayınları.
- Şahin, K. (2007). Küreselleşme Tartışmaları Işığında Ulus Devlet, İlgi Kültür Sanat Yayınları.
- Şenel, A. (2009). Kemirgenlerden Sömürgenlere İnsanlık Tarihi, İmge Kitabevi Yayınları.
- Tanilli, S. (2003). Uygarlık Tarihi, Adam Yayınları.

## Transmedya aracılığıyla Fan Kültürünün Streaming Platformlarına Güncel Etkileri ve “The Acolyte” Örneği

Doç. Dr. İlkan Devrim Dinç<sup>1</sup>

<sup>1</sup> E-mail: devrimidinc@gmail.com; Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Grafik Tasarımı Bölümü, Çanakkale / Türkiye.

---

### Özet

Yakınsama kültürünün önemli bir parçası olan fan kültürü, ilk zamanlarında medyanın demokratikleşmesine destek olan bir yapı iktiva etmiş olsa da 2025 yılının sonuna doğru gidilen bu günlerde durumu eserlerin aleyhine döndürüyor olabilir. Çünkü internet öncesi dönemde henüz naratif yapılar Transmedya hikâye anlatımı süreçleri dahilinde ilerlemiyorken karar merci, film yapımcıları, stüdyolar ve yaratıcı ekipler iken artık sürekli geri dönüş alınan bir internet ortamında bu duruma fanların “hayran” etkisi giderek artmaktadır. Bu durumları incelemek adına “Internet Movie Database” sitesindeki oylama ve değerlendirme modülleri incelenerek hem sayısal veriler hem de içeriksel yorumlar incelenecektir.. Nitel ve nicel verilerin bir arada analiz edildiği yöntem ile fan kültürünün streaming platformlarının başını çekenlerden biri olan Disney+ kanalındaki “The Acolyte” eseri incelenecektir. Bu eser hem güncel hem ilk sezonun ardından iptal edilmiş hem de çok tepki almış bir eser olduğundan dolayı seçilmiştir. Güncel medya akımlarının gidişatını gözler önüne serme amacıyla yapılacak olan bildirinin genel akışı bu şekilde ilerleyecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Transmedya, Streaming, Sinema, Yakınsama, Fan, Kültür

---

### Abstract

*Fan culture, a crucial component of convergence culture, initially embodied a structure that supported the democratization of media, but as we approach the end of 2025, the situation may be turning against the works themselves. In the pre-internet era, narrative structures weren't yet evolving within transmedia storytelling processes, and decision-making authorities were filmmakers, studios, and creative teams. Now, in an online environment where feedback is constantly received, the influence of fans is increasingly evident. To examine these factors, the voting and rating modules on the "Internet Movie Database" will be examined, examining both numerical data and contextual comments. Using a combined method of analyzing qualitative and quantitative data, we will examine "The Acolyte" on Disney+, one of the leading streaming platforms for fan culture. This film was chosen because it is both current, canceled after its first season, and has received significant*

*backlash. The general flow of this report, which aims to illustrate the trajectory of current media trends, will proceed in this manner.*

**Keywords:** *Transmedia, Streaming, Cinema, Convergence, Fan, Culture.*

---

## GİRİŞ

Eskiden seyirci edilgen ve film yapımcılarıyla, stüdyolar baskınken gelişen olaylar ile sistem tersine dönmüş ve stüdyolar ve film yapımcıları fanların beklentilerine, kapsayıcılığa ve politik doğruculuğa odaklanarak edilgen bir hal almıştır. Bu süreçte George Lucas gibi Hollywood sinemasında büyük güç elde etmiş bir yazar ve yönetmen bile sonunda bütün haklarını Disney film şirketine satarak serinin yaratıcı süreçlerinden kendini çıkarmış ve Disney stüdyosu da farklı birçok tercih dahilinde genişlettiği Yıldız Savaşları evrenine istediği gibi müdahale ettiği film, dizi ve çizgi film eserleri üretmeye başlamıştır. Bu çalışmada ise bu serinin en güncel ve tepki alan örneklerinden biri olan “The Acolyte” dizisi ele alınacaktır.

## YÖNTEM

Çalışmada yöntem olarak bahsedilen durumları incelemek adına “Internet Movie Database” sitesindeki oylama ve değerlendirme modülleri incelenerek hem sayısal veriler hem de içeriksel yorumlar ele alınacak ve bahsedilen durum gözler önüne serilmeye çalışılacaktır. Beğenilme oranları ve yorum sayıları birbirine eşleştirilerek verilen oyların 10’luk sistemde ne şekilde dağıldığını çalışma bulgulamaya çalışılacaktır.

## BULGULAR

Tüm kavramların nostaljik bir ilişki ağına döndüğü post modern sonrası dönemin yaşandığı bu günlerde, toplumların bir hikaye evrenine yatırım yapmak üzere şartlandırıldığı bir medya anlayışı süregelmektedir. Hem bir hikaye anlatım yöntemi hem de bir pazarlama yöntemi olarak kullanılan Transmedya kavramı giderek güçlenmekte ve pandemi gibi dünya çapında kültürü değiştiren süreçler içinde evrimleşmektedir. Kavramın fikir babası Henry Jenkins bu hikaye anlatım yöntemini şu şekilde açıklamaktadır;

“Bir transmedya hikayesi çoklu medya platformlarında gözler önüne serilir, her yeni metnin bütüne, kendine özgü ve değerli bir katkısı vardır. İdeal bir transmedya hikaye anlatımında, her aracı en iyi yaptığı şeyi yapar- yani hikaye bir filmle takdim edilir, televizyon, romanlar ve çizgi romanlar aracılığıyla genişletilir; eserin dünyası oyun içinde keşfedilir veya eğlence parklarının çekiciliği içinde deneyimlenir.” (Jenkins, 2006, s. 95-96)

Birçok platformu eş zamanlı olarak kullanan ve “Franchise” seriler üreten büyük stüdyolar günümüzde temel olarak tüketici portföylerini genişletmek ve daha çok seyirciye ulaşmak için kapsayıcılık ve politik doğruculuk gibi toplumsal yapılardan faydalanmaktadır. Kapsayıcılık dezavantajlı grupların temel haklarını savunmak için değil bu toplulukların görünmesi, kabul görmesi ve takdir edilmesi anlamına gelmektedir. (Kurt, 2023, s. 18) Kapsayıcılık azınlık olan, ötekileştirilmeye çalışılan ve temelde dezavantajlı görülen toplulukların temsiliyeti üzerine kurgulanmış bir yapıdır. Kapsayıcılığın önemi,

toplumsal adalet ve eşitlik ilkeleriyle doğrudan bağlantılıdır. Her bireyin, toplumun tam anlamıyla bir parçası olması ve eşit haklara sahip olması gerektiği inancı kapsayıcı politikaların ve uygulamaların temelini oluşturur. (Sarı, 2025, s. 40) Kapsayıcılık; eşitlik, çeşitlilik, erişilebilirlik, aidiyet ve temsil gibi temel özellikler üstüne kurulabilecek bir sistem ile ilerlemektedir.

Bunun yanı sıra Transmedya eserlerini üretirken katılımcılık özelliği gösteren tüketicilerin beklentilerini de karşılamak adına politik doğrucu bir yaklaşım büyük stüdyoların üretim süreçlerine entegre olmaktadır. Özünde din, dil, ırk, etnik köken gibi farklılıklar nedeniyle hiç kimsenin ötelenmemesi gibi bir anlam ihtiva edip, bu açıdan kullanılıyor olsa da zaman içerisinde taraftar toplamak adına politik bir araç olarak da kullanılabilmiştir. (Çil, 2024, s. 36)

Hem kapsayıcılığı hem de politik doruculuğu birer pazarlama yöntemi olarak kullandığı varsayılan stüdyolar bu duruma internetin sağladığı olanaklar ve sosyal medya ile katılımcılık özelliği kazanan tüketicilerin talepleri ile ulaşmıştır. Çünkü gerek forumlarda gerek internetteki veritabanlarının ve çeşitli uygulamaların yorum modüllerinde sesini duyurma hakkı elde eden “fan”lar, hayranlıklarını devam ettirmek için ön koşullar sunmuş ve stüdyolarla film yapımcıları da özellikle Hollywood gibi kar odaklı kapitalist bir endüstride bu duruma seyirci kalamamışlardır. Medyalar arası okuma yapmak, daha fazla tüketimi motive eden bir deneyim derinliği sağlar. Artıklık fan ilgisini yok eder ve franchise'ların başarısız olmasına neden olur. Yeni içgörülerin önermesi ve deneyim seviyeleri franchise'ı yeniler ve tüketici sadakatini korur. (Jenkins, 2006, s. 96) Artık “fan”lar daha fazla ürünü farklı platformlardan birbiriyle ilişkili ve tamamlayıcı özelliklerle tüketmeyi talep etmektedir. Yıldız Savaşları hikaye evreni, sinema salonlarından Streaming platformlarına ulaştığı anda seyirci oranı artmış ve etkileşim çoğalmıştır. Dünya filminden daha büyüktür, franchise'tan bile daha büyük – fan spekülasyonları ve detaylandırmaları da dünyayı çeşitli yönlere genişletir. (Jenkins, 2006, s. 114) Bu durum için de Streaming platformları büyük bir alan açmıştır.

“İzleyicilerin içerik tüketimi üzerinde yaşanan değişim ve teknolojik gelişmeler karşısında video akış servisleri toplumun eğlence ihtiyacının karşılanması misyonu ile yeni bir yöntem olarak ortaya çıkarak hızla artış göstermektedir. Video içeriğine erişmek için internette ücretsiz Youtube gibi içerik konusunda zengin pek çok platform varken Netflix, Hulu gibi duraksız video sağlayıcıların tercih edilmesinin nedenleri şöyle sıralanabilir; öncelikle video akış servisleri yalnızca içerik değil kullanıcılarına daha iyi bir müşteri deneyimi sunmaktadır. Video akış servisleri tek hesapta farklı kullanıcılar için farklı profiller, beğendiğiniz programlara benzer program önerileri ve kendi içerik listelerini oluşturabilme gibi kişiselleştirilmiş izleme deneyiminin yanı sıra daha kolay erişimli videolar ve videoları çevrimdışı izleyebilmek için indirme gibi teknik olmak üzere pek çok imkân sunmaktadır. Bunların yanı sıra ürettikleri orijinal içerikleri de tercih edilmelerinde etkili olmaktadır.” (Sezen, 2023, s. 38)

Streaming platformları her geçen gün hem kapsama alanı hem de izleyici sayısını artırma yolunda ilerlemektedir. Disney+ platformu çalışmanın da temelini konulacağı için iyi bir örnek teşkil edebilir. Marvel Sinematik Evreninin ve yıldız Savaşları Evreninin telif haklarını satın alan şirket pandemiden başından itibaren bahsedilen iki Transmedya evrenini de genişletmiş ve bir çok yeni TV serisi ve animasyon serileri üretmiştir. Uzun Metraj filmleri de sinema salonlarında gösterilmesinin hemen ardından platformunda paylaşan şirket bu süreçlere başladığından beri hayran kitlelerinin



yönlendirmelerine büyük önem vermektedir. Hayranlar, medya kitesinin en aktif segmentidir, verilenleri kabul etmeyi reddeder, ancak tam katılımcı olma hakkı konusunda ısrar eder. Bunların hiçbiri yeni değil. Değişen şey fan kültürünün görünürlüğüdür. (Jenkins, 2006, s. 114)

Yıldız Savaşları serisi ilk filminin çıktığı 1977 yılından bu yana elli seneye yakın bir zamandır, birçok toplumsal ve kültürel paradigma değişime göre şekillenmeye devam etmiştir.

“Tabii ki, Star Wars filmleri efsanevi bir sembol anlatısı üzerinde çalışan fantastik türden örneklerdir. Bağımsız bir fantezi-efsanevi evrenin artikülasyonları, ahlak hikayeleri ve bir maneviyatçı (militan da olsa) dini geleneğin örnekleri olarak okunabilirler. Yine de sosyopolitik alegori düzeyinde, dönemlerinin sosyal ve politik dürtülerini ortaya çıkarılan anlatılar, baskın siyasi söylemler, mücadeleler ve zamanın olayları ile ifade edilebilir.” (Kellner, 2010, s. 173)

Filmlerin yapısı özellikle Transmedya öncesi dönemde serinin yaratıcısı George Lucas’ın bakış açısından bir çok politik olaya gönderme içermektedir. Ama Transmedya ve streaming platformlarının yükselişiyle tam anlamıyla bir “Franchise”a dönüşen hikaye evreni artık bu özelliğinin hayranların beklentileriyle kısıtlı bir versiyonunu yaşayabilmektedir.

Bu durumu gözlemek adına birinci sezonu çıkmadan önce büyük bir heyecan yaratan “The Acolyte” serisi ele alınacaktır. Seri zaman çizelgesi olarak “High Republic” Yüksek Cumhuriyet dönemini anlatmaktadır. Yıldız Savaşlarının oyun evreninde rastlansa da ilk kez bir televizyon serisinde bu dönemin gösterilecek olması hayranlar üzerinde yoğun bir ilgi yaratmıştır. Tekrar filmlerinin “Prequels” ilki olan “Star Wars: A Phantom Manace (1999)” filminde zaman olarak bilinen hikaye evreninin başına dönülür. Orijinal üçlemedeki ünlü “Darth Vader” karakterinin çocukluk dönemini anlatan bu filmde çok uzun zaman önce “Jedi” şövalyelerinin en kalabalık ve güçlü olduğu dönemde geçen “The Acolyte” serisi bu nedenle büyük bir ilgi toplamıştır.

İlk kez bu dönemle ilgili bir seri yapılacağını duyan hayranlardaki beklenti yükselse de dizi beklentileri karşılayamamış ve birinci sezonun bitiminin hemen ardında yeni sezonun gelmeyeceği bildirilmiş ve dizi iptal edilmiştir. Bu durumun sebepleri sonuç ve tartışma bölümünde genişçe açıklanacağından, dizinin “Internet Movie Database” sayfasındaki beğenilme ve yorumları ele alınacak ardından çıkan bulguların sebepleri sorgulanacaktır.

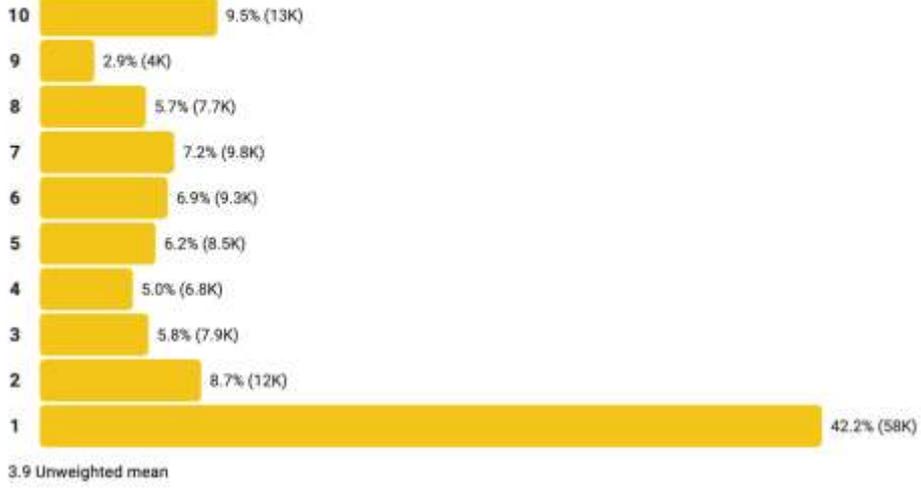
Onluk sistem üzerinden değerlendirilen filmlere en az bir, en çok on puan verilebilmektedir. 136,000 kişinin oyları sonucu ortalamada 4.2 puan alan seri, 5 bandını geçemeyerek Yıldız savaşları serileri arasında oldukça düşük bir seviyede kalmıştır. Yıldız Savaşları televizyon serilerinden “Mandalorian” serisi 631,000 kişil oylamada 8.6 puan, “The Book of Boba Fett” serisi 202,000 kişilik oylamada 7.1 puan, “Andor” serisi 237,000 kişilik oylamada 8.6, “Ahsoka” serisi 133,000 kişilik oylamada 7.4 ve “Obi-Wan Kenobi” serisi 252,000 kişilik oylamada 7 tam puan almıştır. Görüldüğü üzere “The Acolyte” diğerleri içinde oldukça farklı bir reaksiyon almış ve yıldız Savaşları gibi hayran kitesi geniş bir hikaye evreni için çok düşük bir oylama sonucuyla karşılaşmıştır. Oy dağılımları aşağıdaki gibidir.

## User ratings

### FILTER BY COUNTRY

Countries with the most ratings:

United States United Kingdom Germany Canada Sweden



Şekil 1. IMDB sitesinde “The Acolyte” serisinin kullanıcı oy oranları.

Kaynak; [https://www.imdb.com/title/tt12262202/ratings/?ref=tt\\_ov\\_rat](https://www.imdb.com/title/tt12262202/ratings/?ref=tt_ov_rat)

Ayrıca bölüm bazında her bölümün aldığı oylarda aşağıdaki gibidir.

## Ratings by episode 8 >

### SORT BY

Oldest Newest

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
S1	5.4	5.2	3.7	4.9	6.5	5.1	4.7	5.2

Şekil 2. IMDB sitesinde “The Acolyte” serisinin bölüm bazında oy oranları.

Kaynak; [https://www.imdb.com/title/tt12262202/ratings/?ref=tt\\_ov\\_rat](https://www.imdb.com/title/tt12262202/ratings/?ref=tt_ov_rat)



Serinin tüm oyları içinde her oy seviyesi için en öne çıkan kullanıcı yorumlarından biri veya bir kaç paylaşarak bulguların içeriği güçlendirilecektir. Toplamda araştırmanın yapıldığı an itibarıyla 2772 oy mevcuttur. En düşük oy seviyesinden en yüksek oy seviyesine doğru gidilecektir. 1 puanlık oy veren kullanıcılardan yorum yapanların sayısı 1140'dır. Bir puanlık yorumlar arasından “stefanlsb” isimli kullanıcının yorumu aşağıdaki gibidir;

#### **“Kültürel Vandalizm**

Daha önce hiçbir şeye tek yıldızlı yorum bırakmamıştım. Yazım ve prodüksiyonun tek yıldız alacak kadar kötü olmadığını düşünürüm hep. Bu dizi kesinlikle tek yıldız hak ediyor. Yazım berbat. Yapmacık diyaloglar, sıkıcı karakterler ve şimdiye kadar berbat bir olay örgüsü. Tüm prodüksiyon berbat görünüyor. Değişime ve yeni konseptlere açığım. Seri, aynı hikâyeler ve fikirler tekrar tekrar anlatılarak büyüyemez. Mandolorian, Ahsoka ve Andor, seriyi zenginleştiren yeni fikirler, karakterler ve olay örgüsü üretilebileceğini kanıtladılar. Bu dizinin yapımcılarının başardığı şey, tamamen çöp bir yapı için inanılmaz miktarda para harcamak. 3. Bölüm, izlediğim tüm diziler arasında en kötü bölümdü. D&D, Game of Thrones'un sonunu mahvetmelerinin bununla kıyaslanamaz olmasından rahatlamış olmalı. Hepimiz yeni Star Wars malzemesi istiyoruz. Ama bunun orijinal filmlere saygı duyan ve seriyi bu kadar harika kılan şeyin özünü yakalayan bir şekilde yapılmasını istiyoruz. Bu projeye imza atan herkes derhal işten çıkarılmalıdır.”

Bir puanlık yorumlar arasından “bruupimmyc” isimli kullanıcının yorumu aşağıdaki gibidir;

#### **“Tam bir çöp**

Bu diziyeye bir şans vermeye çalıştım ama 3 bölümden sonra bitirdim. Tam bir çöp. Star Wars'u seviyorum ama Disney seriyi mahvediyor. Yapımcı bundan sonra bir daha asla iş almamalı. İnsanların bunu izlemek isteyeceğini kim düşündü? Berbat oyunculuk, okul sonrası özel programlarını sevmediğiniz sürece kimsenin umursamayacağı berbat bir konu. Aralarından seçim yapabilecekleri çok fazla malzeme var ve bir WB tarzı TV dizisi yapmayı seçiyorlar. Bu, birçok Star Wars hayranı için kırılma noktası olabilir. Hayranların sadece küçük bir yüzdesinin bitirebileceği bu diziyeye 180 milyon harcadıklarına inanmıyorum. Elimde olsa sıfır yıldız verirdim.”

Bir puanlık yorumlar arasından “OpinionGuy” isimli kullanıcının yorumu aşağıdaki gibidir;

#### **“Elveda Star Wars, elveda Disney.**

Bu korkunç. Disney tarafından üretilen Star Wars projelerinde kesinlikle hiçbir yetenek yok. Star Wars mirasının yıkımı, bir başka vasat yazılmış ön hikayeye devam ediyor. Bir Star Wars hayranı olarak bunu destekleyemiyorum. Senaryo zayıf, olay örgüsü tahmin edilebilir. Star Wars hakkında yüzeysel bir bilgisi olan kişiler tarafından yapılmış, kalitesiz bir hayran filmi gibi. Bu diziyeye iyi olması için her fırsat verildi. Daha önceki bir dönemde Star Wars, 180 milyon dolar ve onu yapmak için bolca zaman. Disney'in Star Wars'a yaptıklarını görmek gerçekten üzücü. Elveda Star Wars, elveda Disney.”

İki puanlık yorumlar arasından “jpcrafton” isimli kullanıcının yorumu aşağıdaki gibidir;

#### **“Tatil Özel Bölümü'nden bu yana en kötü Star Wars projesi.**

Tam anlamıyla Tatil Özel Bölümü'nden bu yana en kötü Star Wars projesi. Star Wars evrenini, Güç'ün doğasını ve daha önce gelen tüm külliyatı aktif olarak değiştiriyor. Seriyeye saygısız olmayan kişiler tarafından yazılmış ve bir TV dizisi yaratma yeteneği olmayan kişiler tarafından yönetilmiş, düpedüz çöp. Son derece anlamsız. Kötü yazılmış, kötü oyunculuklar, kötü kurgulanmış ve kötü tempolu. Tüm dizi, gerçek karakterler yerine kendini ortaya koyan bir kibir projesinden biraz daha fazlası gibi görünüyor. Karakterlerin verdiği kararlar mantıklı değil ve



sürekli olarak sürükleyiciliği bozuyor. Sunulan kavramlar, arkalarında hiçbir mantık veya neden serinin külliyatıyla uyumadıklarına dair hiçbir açıklama olmadan, sadece kaprislerden ibaret gibi görünüyor. Hikayenin arkasındaki fikir iyi olabilir, ancak yazar/yönetmen ona layıkıyla bir girişimde bulunamayacak kadar kibirli ve beceriksiz.”

Üç puanlık yorumlar arasından “heatsink98” isimli kullanıcının yorumu aşağıdaki gibidir;

#### “Star Wars yazarları şunu bilmeli... Star Wars?”

1. Bölüm'ü izlemek zordu. Bu dizi için şimdiye kadar yazılanlar CW seviyesinde, hatta onun da en alt seviyesinde. Oyuncu seçimi, ya da belki de yanlış oyuncu seçimi, kafa karıştırıcı. Başrol oyuncusu, canlandığı karakter için çok genç görünüyor ve ciddi bir varlık eksikliği var. Karakter de hiç ilgi çekici değil. Ona bu oyunculuk görevini vermenin arkasındaki düşünce neydi? Diğer karakterler de aynı uyumsuzluk sorunlarından muzdarip. Sanki karakterler ve oyuncular şapkadan çıkarılmış gibi. Diğer konulara geçelim. Diyaloglar hantal. Örneğin, bir dövüş sırasında bir karakter diğerine neden orada olduğunu soruyor. Cevap: Seni öldürmek için. Aşırı utanç verici bir şekilde öldürmek STAR WARS'ın bir parçası olsaydı, bu THE ACOLYTE için tehlikeli bir silah olurdu. Kung-fu aksiyonu bu dizinin bir diğer ana teması. Neden? STAR WARS'a benzemiyor. Dövüş stiline neden birdenbire ön plana çıktığını açıklayabilir miyiz? Özetle, THE ACOLYTE baştan sona kötü yazılmış bir karmaşa ve STAR WARS evrenine dair genel bir anlayış eksikliğinden muzdarip. Genel olarak dizinin senaryosu zayıf.

Dört puanlık yorumlar arasından “marshallengdon” isimli kullanıcının yorumu aşağıdaki gibidir;

#### “Serinin En Kötüsü

Başlamadan önce bir şeyi açıkça belirtmem gerekiyor. Ben bir Star Wars düşmanı değilim. Son zamanlardaki tüm Star Wars filmlerini ve dizilerini keyifle izledim (evet, devam filmleri de dahil, dava edin beni). Ama benim gibi birinin bile standartları var gibi görünüyor (ne kadar düşük olursa olsun). Öncelikle, özel efektlerin zayıf olduğunu düşündüm ki bu, diziyeye ne kadar para harcadığımı düşünürsek şaşırtıcı. Performanslar çoğunlukla vasattı. Amandla Stenberg, ikizleri inandırıcı bir şekilde canlandıramadı. Dafne Keen gibi diğer oyuncular iyiydi, ancak Carrie Anne-Moss'un yeterince kullanılmadığını düşündüm. Bence dizinin en büyük kusuru senaryosuydu, ayrıca zaman zaman tamamen saçma olan diyaloglar da öyle. Konu tutarlı değildi ve hikaye beni heyecandan yerimde zıplatacak kadar ilgi çekici değildi. Bu tren kazasına 180 milyon dolar yatırımları beni gerçekten çileden çıkarıyor. The Mandalorian'ın 1. sezonunun bütçesi 120 milyon dolardı ve o dizi bundan kat kat daha iyiydi. Sanırım, hakkını teslim etmek gerek. Lee Jung-jae ve Manny Jacinto, dizinin öne çıkan oyuncularındı. Bazı dövüş sahneleri harika ve iyi koreografilenmişti; elbette prequel seviyesinde değildi ama çoğu Disney ışın kılıcı dövüşünden daha iyiydi. Finalde destansı anlar ve harika konuk oyunculuklar vardı ama tüm diziyi kurtarmaya yetmedi.”

Beş puanlık yorumlar arasından “alexscott17” isimli kullanıcının yorumu aşağıdaki gibidir;

#### “Kanon mu? Ne Kanonu?”

Dizi çıkmadan önce bir şans vermek istedim ve tüm o kötü basını ve oyuncuların perde arkasında saçma sapan konuşmalarını görmezden geldim. Fragman iyi görünüyordu ve hikâyenin fikri ilgi çekiciydi. İlk iki bölüm fena değildi ama sonra üçüncü bölüm çıktı ve... vay canına. Yani Star Wars'un özüne ve üzerine inşa edildiği şeye karşı tam bir saygısızlık. Bunu görmek çok üzücü. Disney kendi gündemini zorlamaya ve kaynak materyali tamamen görmezden gelmeye devam ediyor. Bunu görmek gerçekten üzücü. Devam filmlerinin raydan çıktığını düşünüyorsanız, bu dizi onları bir başyapıt gibi gösterecek.”

Altı puanlık yorumlar arasından “timone-shimone” isimli kullanıcının yorumu aşağıdaki gibidir;

#### “Daha iyi yazarlar bulun

Bu diziyi gerçekten sevmek istiyordum. Çok potansiyeli vardı ama son zamanlarda Disney bir hikayeye nasıl başlayacağını biliyor ama nasıl bitireceğini bilmiyor gibi görünüyor. Dizinin ikinci yarısı tam bir utançtı. Öte yandan, aksiyon olağanüstüydü, yönetmenlik iyiydi, oyunculuklar çoğunlukla iyiydi ama hikaye ve olay örgüsü zayıftı. Daha fazla Jedi hikayesi görmek istiyorum ama Tanrı aşkına daha iyi yazarlar işe alın ve daha iyi bir hikaye örgüsü oluşturun. Son iki bölümde bize satmaya çalıştıkları şey, önceki tüm bu gelişmeleri haklı çıkaracak kadar ilgi çekici gelmedi. Evde çok fazla göz devirdim ve hem sıradan hem de sıkı Star Wars hayranları olmak üzere izleyicileri gerçekten hayal kırıklığına uğrattım. Karakter motivasyonları veya kararları mantıklı değildi.”

Yedi puanlık yorumlar arasında “tranat71” isimli kullanıcının yorumu aşağıdaki gibidir;

**“Bazı bölümler iyi, bazı bölümler kötü**

Her şey senaryo ve yönetmenlikle ilgili, ama çoğunlukla senaryoyla. Bu dizinin sorunu, birçok dizi gibi, yazarların karışık olması. Bazı yazarlar aptal, bazıları iyi. Bu bölümlerin bazıları, House of the Dragon ve Watchmen gibi dizileri ve diğer bazı iyi dizileri yazan yazarlar tarafından yazıldı. Ama The Acolyte için de aptal yazarlar var. 1-6. bölümleri izledim. Sanırım 3. bölümü görmezden gelirim, The Acolyte'in oldukça iyi, en azından oldukça vasat olduğunu söyleyebilirim. Ama 3. Bölüm tam bir saçmalık - belli ki aptallar tarafından yazılıp yönetilmiş. Yani 3. Bölümü henüz izlemediyseniz, izlemeyin. 3. bölüm yokmuş gibi davranın. Diğer bölümler 3. bölümü izlemeden de gayet iyi olacaktır.”

Sekiz puanlık yorumlar arasında “Rob1331” isimli kullanıcının yorumu aşağıdaki gibidir;

**“İzlemeye Değer**

Acolyte, Star Wars evreninde gördüğüm en iyi yapım olmayabilir ama yine de izlemeye değer. İlk duyduğumda gerçekten heyecanlanmışım, fragmanlarını izledikten sonra ise daha da heyecanlandım. Hayal kırıklığına uğratmadı! Çoğu kişi gibi ben de The Mandalorian ve Andor'u çok beğendiğim için kaliteli yapımlar çıkarabileceklerine inanıyordum. Hatta The Book of Boba Fett ve Obi-Wan Kenobi'nin ikisinin de en azından izlenmeye değer olduğunu düşündüm. Bu olumsuz yorumların çoğunu anlamıyorum, sanki onları yazanların çoğu beğenmek istememiş gibi. Ne bekliyordunuz da alamadınız? Neyse, eğer Star Wars hayranıysanız kesinlikle denemenizi tavsiye ederim.”

Dokuz puanlık yorumlar arasında “RobertW-702” isimli kullanıcının yorumu aşağıdaki gibidir;

**“Az Değer Görmüş ve Haksızca Eleştirilmiş**

Neredeyse bir yıl geçmiş olmasına rağmen, The Acolyte'ı tekrar izledim. Genel olarak bazı zayıf diyaloglar var ama dizi eleştirilenlerin ele aldığından daha iyi. Karakterler ve hikaye ilgi çekici ve dizi, Star Wars efsanesinin etkileyici bir parçası. Osha/Mae'yi canlandıran oyuncu harika ve ben şahsen bundan sonra ne olacağını merak ediyorum. Lütfen izleyin ve kusurlarını görmezden gelmeye çalışın. Bu dizi görüldüğünden daha iyi. Umarım Disney, Osha ve Mae'ye kaderlerini keşfetme şansı vermek için ikinci sezonu düşünür. Ayrıca Sol, Indara, Tobin ve Kelnacca...Qimir hakkında daha fazla şey öğrenmek istiyorum. Lütfen Acolyte'ı geri getirin!”

On puanlık yorumlar arasında “Eberton619” isimli kullanıcının yorumu aşağıdaki gibidir;

**“Beğendim!** Amandla Stenberg harika, önceki Jedi zaman çizelgesini görmeyi çok sevdim ve ikizlerin çalışmaları birinci sınıftı. Bir cadı meclisini keşfetme fikrini seviyorum çünkü romanlarda, Klone Savaşları'nda ve Ahsoka serisinde gece kız kardeşlerinin ve olay örgülerinin büyük bir hayranıyım. Ayrıca Jedi'ların çok kusurlu görünmesini, derin karakter kusurlarına sahip olmasını ve korkunç hatalar yapmasını görmekten de keyif aldım. Şu anda ikinci izleyişimde ve ikinci izleyişimde çok daha fazla keyif alıyorum. Hikaye Roshomon tarzında birden



fazla bakış açısından anlatıldığı için, baştan sona izledikten sonra bildiklerimizi bilerek ve diğer karakterlerin bakış açılarını görerek tekrar izlemek gerçekten çok eğlenceli.”

Tüm bu literatürün, verilerin ve yorumların ardından sonuç ve tartışma bölümünde konuya dair açıklamalar yapılarak çalışma sonuçlandırılacaktır.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmanın ortaya koyduğu tartışma Transmedya evrenlerine ait televizyon serilerinin streaming platformlarındaki versiyonlarında fan kültürünün etkisi olup olmadığıdır. “The Acolyte” serisi özelinde konuya bakılacak olduğunda, diğer Yıldız Savaşları serisi dizilerinden daha baskın bir kapsayıcılık ve politik doğruculuk çabası hem oylardan hem de yorumlardan çıkarılabilecektir. Serinin yürütücüsü “Showrunner” olan Leslye Headland’ın daha önce yaptığı eserlerin bilim kurgu alanıyla bir alakası görülmemektedir. Hollywood’da dizi yürütücüleri serinin genel hikaye ve senaryo yazım süreçlerinde baskın olduğu gibi, estetik altyapıdan da sorumlu kişilerdir. Burada serinin yürütücüsünü seçerken konuya hakim olmasının dışında başka özelliklerinden dolayı seçildiği varsayılabilir. Uzun zamandır Yıldız Savaşları serilerinde yürütücülük, yazarlık ve dizi üretimi yapan Dave Filoni veya Jon Fevrau gibi sanatçıların seride görevlendirilmemesi hayranlar arasında da gariplikle karşılanmıştır. Serinin yürütücüsü Headland aşırılaştırılmış gruplara bir sempatisi olduğu düşünülebilir. Seride de karısını başrollerden birinde oynatan bayan Headland’ın oyuncu seçimleri ve hikayeye dair tercihlerinin her birinde kapsayıcılığa ve politik doğruculuğa odaklı bir yönelim gözlemlenebilir. Siyahi, Koreli, İspanyol, Çinli ve Filipin asıllı ve Kanadalı aktör ve aktrislerden oluşan oyuncu kadrosu bile politik doğruculuğa dair bir gösterge olabilecektir. Başrollerden biri olan Charlie Barnett bir röportajda Ölüm Yıldızı “Death Star” isimli uzay üssünü Anakin Skywalker’ın patlattığını söylemiş ve bunu ikinci kez tekrar etmiştir. Oysaki o uzay üssünü patlatan Anakin Skywalker’ın oğlu Luke’tur ve o olaylar olduğunda Anakin Skywalker Darth Vader’a dönüşmüş ve uzay üssünü yöneten asıl lider olarak yaşamını sürdürmektedir. Serinin yürütücüsünün oyuncu seçimlerinde dahi Yıldız Savaşları evrenine bu denli uzak olan kişileri seçmiş olması tepki görmüştür. Yıldız Savaşları gibi uzun yıllardır belirli bir naratif yapı, estetik yaklaşım ve algı oluşturmuş bir seride bu denli farklılık yapmak, Disney’in başka motivasyonlar ile kendi gündemini seyircilere zorluyor olduğunu gösterebilir. Azınlık olan radikalleştirilmiş grupları destekleme misyonuyla serinin tüm külliyatını hiçe sayarak bir eser üretmek totaliterliğe karşı gibi görünen başka bir totaliterlik üretiyor olabilir. Her türlü azınlığın kapsayıcılık dahilinde korunduğu eserler üretilmelidir belki, fakat o eserlerde bu yaklaşımla yeni bir naratif yapı ve estetik üretilebilir. Belli kodları yerleşmiş bir eseri naratif olarak da estetik olarak da yapı bozuma uğratmak totaliterliğin başka bir versiyonuna ulaştırmaktadır süreci. Bu durum da en ağır şekilde tepki alarak iptal edilen bir dizinin üretilmesine ve hayranların oldukça değerli gördüğü bir dönemin hikaye evreninde zayıf edilmesine sebep olmuş olabilir. Hayranların gücünün giderek arttığı bir zaman diliminde stüdyolar platforma üye olan kişilerin sayısından eserlerin niteliğine odaklanacak mıdır bilinmez ama “The Acolyte” sürecin gidişatına dair gösterdiği güçlü tepkiyle streaming platformlarının daha güzel ve serilere uygun eserler üretmesinde etkili olabilecektir.

## KAYNAKÇA

Jenkins, Henry (2006). *Convergence Culture, Where Old and New Media Collide*, New York and

London: New York University Press (İngilizceden Çev. İlkan Devrim Dinç)



Kellner, Douglas (2010). Cinema wars : Hollywood film and politics in the Bush-Cheney era, Blackwell Publishing, (İngilizceden Çev. İlkan Devrim Dinç)

Çil, Amine (2023). Post Truth Çağ ve Politik Doğruculuk Ekseninde Avrupa’da Mülteci Krizi: Almanya Örneği. Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyoloji Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi)

Kurt, Mert (2023). Reklamda Çeşitlilik, Eşitlik ve Kapsayıcılık: Effie Reklamlarında Erkeklik Temsilleri. Bahçeşehir Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Reklamcılık ve Marka İletişimi Ana Bilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi)

Sarı, Tuğçe (2025). Dijital Oyun Tasarımında Kapsayıcılık: Mount&Blade Bannerlord Oyun Analizi. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Görsel İletişim Tasarımı Ana Bilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi)

Sezen, Esmâ Nur (2023). Dünyada ve Türkiye’de Video Akış Servislerinde Rekabet- Porter’ın Beş Güç Modeli Üzerinden Bir İnceleme. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gazetecilik Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi)

İnternet Kaynağı;

“The Acolyte” Imdb sayfası; <https://www.imdb.com/title/tt12262202/> [Erişim Tarihi; 14.07.2025]

## Yapay Zeka ile Üretilen Videoların Sosyal Medya Platformlarında Yarattığı Dezenformasyonlar ve Sosyokültürel Yansımaları

Doç. Dr. İlkan Devrim Dinç<sup>1</sup>

<sup>1</sup>E-mail: devrimidinc@gmail.com; Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Grafik Tasarımı Bölümü, Çanakkale / Türkiye.

### Özet

Yapay zekâ modüllerinin her geçen gün geliştiği bu günlerde sosyal medyada yoğun bir içerik üretimim gözlemlenebilecektir. Her ne kadar konuyla ilgili çalışan tasarımcılar ve akademisyenler yapay zekâ ile üretilen içerikleri algılayabilse de genel halkın duruma uzak bir şekilde algısının dejenere olduğu ve ciddi seviyelerde dezenformasyon ürettiği varsayılabilecektir. Bu konuda üretilen videoların “Instagram”, “Facebook” ve “TikTok” gibi sosyal medya mecralarında hızla artan bir etkileşime girdiği gözlemlenebilmektedir. Bu bildiride özellikle “Instagram” platformunda yoğun olarak üretilen röportaj videolarının gösterildiği profiller incelenecektir. Çünkü bu profillere bakıldığında genel halkın üretilen yapay zekâ tasarımlarını gerçek zannederek etkilenmesi söz konusu olabilecektir. Yapay zekâ her ne kadar verimli bir araç olarak hem bilgi taramada hem tasarım üretmede hem de yakın zamanda giderek gelişen bir durum olarak video üretme de kullanılabilir olsa da genel halkın algısını dejenere etmesi yönüyle sosyokültürel yapıyı manipüle ettiği ve dezenformasyon ürettiği düşünülebilir. Bu durumlara dair yansımaların analiz edeceği çalışmanın konuya yaklaşımı bu şekildedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sosyal, Medya, Yapay, Zekâ, Kültür.

### Abstract

As artificial intelligence modules are constantly evolving, an intense production of content can be observed on social media. While designers and academics working on the subject can perceive content generated by AI, it can be assumed that the general public's perception, far removed from the current situation, has degenerated, generating significant levels of disinformation. Videos produced on this topic are rapidly gaining traction on social media platforms such as Instagram, Facebook, and TikTok. This paper will examine profiles that feature extensive interview videos on Instagram. This is because viewing these profiles may lead the general public to mistake AI designs for reality. While artificial intelligence can be used as a productive tool for both information scanning and design creation, and more recently, increasingly, for video production, it can also be considered to manipulate



sociocultural structures and generate disinformation by degenerating public perception. This is the approach taken by this study, which will analyze the implications of these situations.

**Keywords:** Social, Media, Artificial, Intelligence, Culture.

## GİRİŞ

Her ne kadar “Instagram” gibi sosyal medya platformları bu konuyla ilgili uyarılar içeren yapılar üretse de bunların kullanılmaması veya fark edilmemesi durumunda platformu tüketen kişilerin algısının bozuluyor olduğu düşünülebilir. Bu durumla ilgili regülasyonların daha açıklayıcı ve belirgin olması gerektiği varsayılabilir. Aksi takdirde bu videoların etik ve estetik anlamda negatif bir etki doğurabilmesi muhtemeldir. Tüm bu durumları anlatacak ve inceleyecek olan bildirinin ana sorunsalı toplumun sosyokültürel yapısına negatif etki edebilecek bir yapı olarak yapay zekanın yarattığı dezenformasyonları ele almaktır.

## YÖNTEM

Videoların Instagram’da “Reel” olarak paylaşıldığı göz önünde bulundurularak bu “Reel”lerin etkileşim oranları ve profillerin içerik üretme süreleri ve oranları nicel verilere dökülerek incelenecek ve “Reel”lerle etkileşime geçen diğer profillerin yorumlarıyla durum gözler önüne serilmeye çalışılacaktır. Çalışmanın evrenini daraltmak adına en çok etkileşim aldığı düşünülen Instagram profili ele alınacak ve sürecin ilerleyişi analiz edilecektir.

## BULGULAR

Sosyal medya gerek içerik üreticilerinin gerekse platformun diğer üyelerinin farklı söylemleri dahilinde dezenformasyona oldukça düşük bir tolerasyon içermektedir. Fakat üretimsel yapay zekanın “Generative AI” video üretim modüllerini geliştirmesi ve Google AI gibi ücretsiz herkesin ulaşabileceği platformların etkilişiminin artışıyla bu durum 2025’in ikinci yarısına geçilen günlerde toplumun hem sosyokültürel yapısını dejenere etmekte hem de yapay zekaya dair genel bir kanısı olmayan halkın içinde şüphe ve belirsizlik yaratmaktadır. Teknolojiyle pek yoğun ilişki kuramayan belirli bir profil ve yaş grubundaki kullanıcılar süreçte ciddi kafa karışıklıkları ve öfke içeren tepkilere sahip olmaktadır. Araştırmada “thefoconic” (<https://www.instagram.com/reel/DKXCqpiJeOp/>) isimli Türkiye’de kurulmuş yapay zeka içerikleri sunan Instagram profili ele alınacaktır. Araştırmanın yapıldığı süreçte “yersenhaber” isimli bir profilin kullanılması planlanmakta olsa da çeşitli sebeplerle sayfanın ortadan kalkması, bu sayfanın içeriklerini paylaşan, yedek hesap olduğu varsayılabilir “thefoconic” sayfasına odaklanmayı gerekli kılmıştır.

Yapay zekanın ürettiği illüstrasyonlara gelmeden önce dijital sanatın kökenlerinden bahsedilmesi gerekmektedir. Çünkü bilgisayar aracılığıyla sanat yapmak yani dijital sanatın temellerine gitmek yapay zekanın daha iyi anlaşılmasını sağlayabilecektir.

Yapay zekayı tanımlamadan önce bilgisayarda sanat üretim süreçlerinin geçmişini anlamak gerekebilecektir.



“Bilgisayar tarafından üretilen sanat 1960’lı yıllarda görülmeye başlamıştır. Sovyet Birliği ve ABD teknik başarılarını göstermek için özellikle bilgisayar teknolojisine yönelmişlerdir. Bilgisayar teknolojisinden birçok sanatçının fikirlerini hayata geçirmek, eserler üretmek için denemelere başlamışlardır. Sanatçılar yeni teknolojiyi kullanmak için matematikçiler ve programcılarla iş birliği yapmışlardır. Kullanıcıların çalıştırabilmesi ve büyük bir odayı kaplayan bilgisayarları kullanabilmek için programlama bilgisi gerekiyordu. Bu bağlamda, Fransa’da GRAV olarak bilinen "Groupe de Recherche d'Art Visual" en bilinen bilgisayar sanatının öncüsü olan Vera Molnár ve Manfred Mohr hesaplamalı sanatın ilk örneklerini oluşturmuşlardır.” (Alıcı, 2023, s. 11)

Yapay zekayı açıklamak için birçok farklı tanım kullanılabilir olsa da kavram dijital ortamda üretilen logaritmalar aracılığıyla insan zekasının taklit edilme süreçleri olarak açıklanabilecektir. Genel anlamda yapay zeka, belirli görevlerin yerine getirilmesinde insan zekasının yerini alabilecek hesaplama araçlarını ifade etmektedir. Bununla birlikte, yapay zeka, bilgisayar gibi yazılım ve donanım sistemlerine sahip araçlar ile insan gibi düşünebilen beyinlere sahip makineler ile simüle edilebilmesi olarak tanımlanabilir. (Atasoy Aktaş, 2021, s. 11)

Yapay zeka öncesinde belirli komutlar dahilinde sorulan sorulara bilgileri düzenleyip cevap veren bir modül olarak başlamıştır. “Chatgpt” adlı yapay zeka modülü bunun en bilinen örneklerindedir. Daha sonra bu soru cevap sistemi, belirli komutlar “prompt” girerek 2 boyutlu dijital illüstrasyon tasarlamak için kullanılmaya başlamıştır. “Midjourney”de bunun en önemli platformlarından biridir. “Prompt” girerek tasarımlar ve bu tasarımların versiyonlarını üreten platformlarla beraber üretimsel yapay zeka “Generative AI” sistemleri gelişmeye başlamıştır. Daha sonra süreç hareketli video tasarımlarına dönüşmüştür. Tüm internetten veri toplayan modüller herhangi bir regülasyon veya kısıtlama olmadan elde ettiği kaynakları işleyip bir araya getirerek tasarımlar üretmektedir. Araştırmada geçen yapay zeka videoları da “Google AI”ın “Veo3” altyapısı, “Flow” altyapısı ve “GeminiAI” gibi birkaç farklı sistem üzerinden üretilmektedir. (Bkz. [https://www.youtube.com/watch?v=GdOOZz9w\\_uU&t=2s](https://www.youtube.com/watch?v=GdOOZz9w_uU&t=2s))

Sosyal Medya konusuna gelindiğinde ise, 2000’li yılların başından bu yana tüm dünyada ciddi bir paradigma değişimine sebep olan kavram artık yaşlısından gencine, düşük gelirlisinden milyonerlere, ilkokul öğrencisinden film yıldızlarına kadar herkesin hayatına sirayet etmiş ve sonsuz bir enformasyon akışına sebep olmuştur.

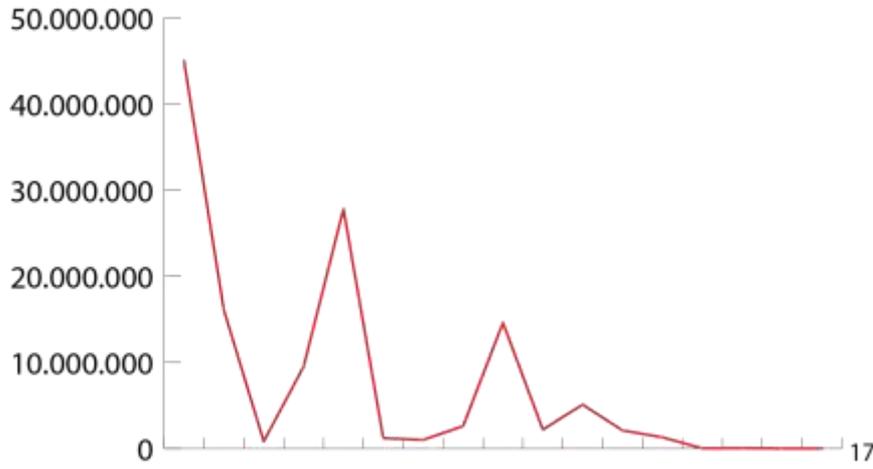
“Tarih boyunca süregelen iletişim, temel seviyede gönderen ve alıcı arasındaki mesajı aktarsa da zamanla bu sürecin biçimini oldukça çeşitlendirip ilerletmektedir. Sosyal medya, internet üzerinde gerçekleşen iletişim türü olarak tanımladığımız şekillerden biridir. Günümüzde birçok kişinin tercih ettiği bu modern iletişim biçimi, kullanıcılarına zaman ve yerden bağımsız olarak fotoğraf, video, yazı ve medya ile alakalı muhtelif içeriklerin paylaşıldığı ve bu paylaşımlara ilişkin his, düşünce ve müzakere ortamı sunan insani bir iletişim türüdür. İnsanların gelişmekte olan bu internet üzerinden iletişim şeklini çeşitli platformlarda paylaşım yoluyla kullanmaları sosyal medyanın bizzat kendisini meydana getirmektedir.” (Ersoy, 2024, s. 25)

Her ne kadar sosyal medya platformlarında bilgi doğrulama “Fact Check” modülleri ve raporlama sistemleri öncesine oranla çok gelişmiş olsa da hala bilgi kirliliğine ve dezenformasyona engel olunamayan ölçekte bir içerik üretimi söz konusudur.

Araştırmada kullanılacak olan “Instagram, daha önce Google’da çalışmış olan Stanford mezunu Kevin Systrom tarafından ortaya atıldı. Systrom’un ilk girişimi, viski ve burbona olan ilgisinden dolayı Burbn

adını taşıyan bir platformdu. Foursquare ve diğer konum tabanlı platformların popülerliğinden ilham alan Burbn, kullanıcıların henüz sosyal medyanın temel unsurlarından biri olmayan fotoğraflarla birlikte yer bildirimini göndermelerine olanak tanıyordu. Systrom, Burbn için girişim sermayesi sağladı ve ardından sosyal medya platformu Meebo'da çalışmış olan Stanford mezunu Mike Krieger'ı işe aldı. Konsepti, mobil cihazlarda çekilen fotoğraflara odaklanacak şekilde yeniden tasarladılar ve adını Instagram olarak değiştirdiler.” (<https://www.britannica.com/money/Instagram>) ve o günden bu yana 2 milyar kullanıcıyla tüm dünyada sosyokültürel yapıya etki eden bir fenomene dönüşmüştür.

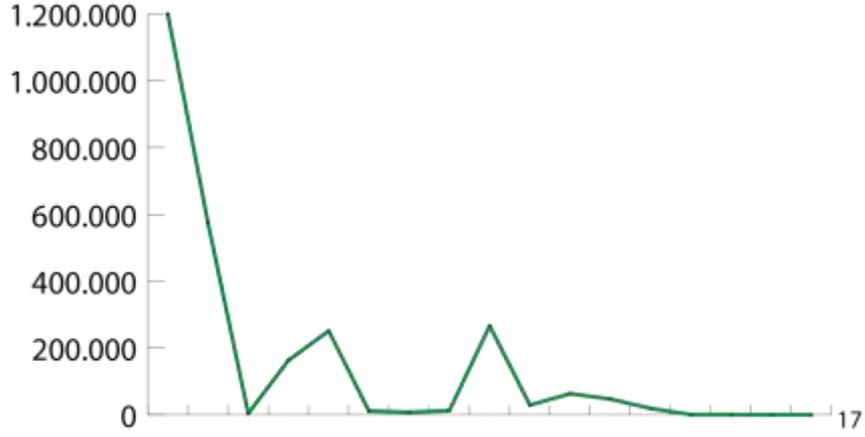
Araştırmanın bulgularının çıkarıldığı “thefoconic” isimli Instagram sayfasında an itibarıyla bulunan 17 paylaşımın, görülme, yorum yapılma ve paylaşılma oranları aşağıdaki gibidir.



**Görsel 1.** “the foconic” isimli Instagram profilinin paylaşımlarının görülme oranları.

(Kaynak; <https://www.instagram.com/reel/DKXCqpiJeOp/>, Grafik yazar tarafından üretilmiştir.)

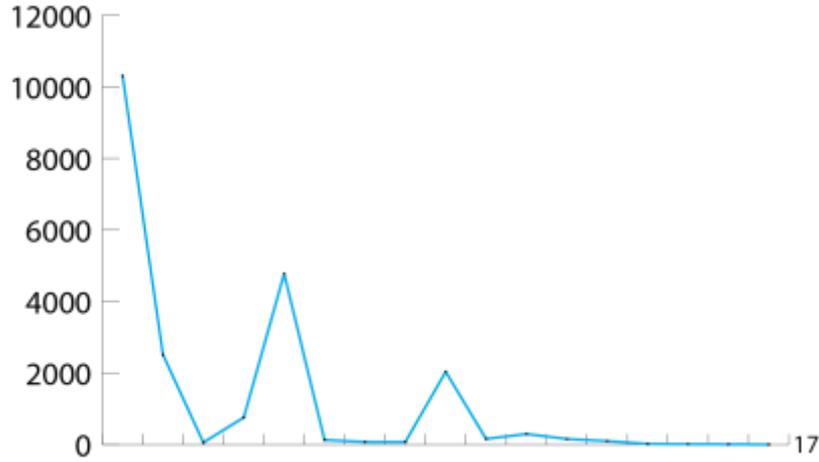
“the foconic” isimli Instagram profilinde 1 Haziran 2025 ile 6 Temmuz 2025 tarihleri arasında yaptığı paylaşımlarda 45 milyon izlenmeye ulaşan paylaşımlar da yapmıştır ama bu sayılar grafikte görüldüğü üzere giderek azalmıştır.



**Görsel 2.** “the foconic” isimli Instagram profilinin paylaşımlarının beğenilme oranları.

(Kaynak; <https://www.instagram.com/reel/DKXCqpiJeOp/>, Grafik yazar tarafından üretilmiştir.)

“the foconic” isimli Instagram profilinde 1 Haziran 2025 ile 6 Temmuz 2025 tarihleri arasında yaptığı paylaşımlarda 1.2 milyon beğenilmeye ulaşan paylaşımlar da yapmıştır ama bu sayılar grafikte görüldüğü üzere giderek azalmıştır.



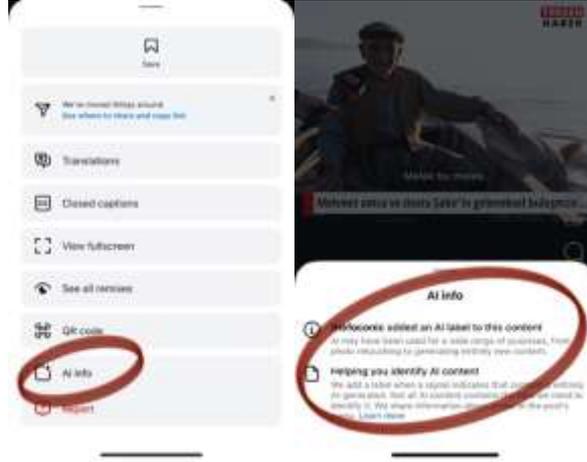
**Görsel 3.** “the foconic” isimli Instagram profilinin paylaşımlarının yorum oranları.

(Kaynak; <https://www.instagram.com/reel/DKXCqpiJeOp/>, Grafik yazar tarafından üretilmiştir.)

“the foconic” isimli Instagram profilinde 1 Haziran 2025 ile 6 Temmuz 2025 tarihleri arasında yaptığı paylaşımlarda 12 bin beğenilmeye ulaşan paylaşımlar da yapmıştır ama bu sayılar grafikte görüldüğü üzere giderek azalmıştır.

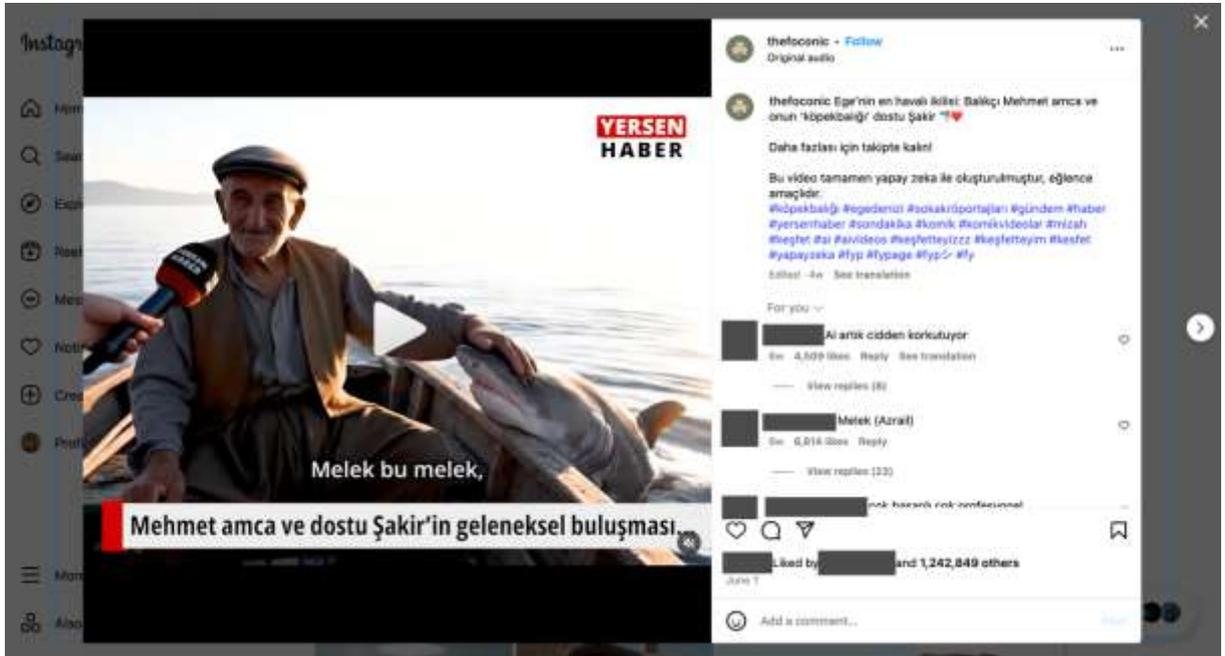
Burada bahsedilen Instagram profilinde yüksek etkileşim alan içeriklerin ekran görüntüleri ve yapılan yorumlar paylaşılarak çalışmanın içeriği güçlendirilecektir. Bu profile beğeni ve yorum yapan kişilerin isimleri ve profil fotoğrafları gizlenmiştir. Yapılan yorumlar sosyokültürel açıdan algı bozulması ve

dezenformasyona dair örnek teşkil etmesi adına paylaşılmıştır. Her ne kadar “thefoconic” sayfası Instagram’ın yapay zeka ile ilgili regülasyonlarına uygun davranarak aşağıda paylaşılan uyarıları yapmış olsa da genel halkın bu duruma entegre olma seviyesinin çok yüksek olmadığı yapılan yorumlardan da anlaşılabilir.



**Görsel 4. – 5.** “the foconic” isimli Instagram profilinin paylaşımlarındaki Yapay Zeka bilgilendirme ve etiket özelliği.

(Kaynak; <https://www.instagram.com/reel/DKXCqpiJeOp/>)



**Görsel 6.** “the foconic” isimli Instagram profilindeki Yapay Zeka ile oluşturulmuş bir “Reel”

(Kaynak; [https://www.instagram.com/reel/DKXCqpiJeOp/?utm\\_source=ig\\_web\\_copy\\_link&igsh=bDl3Y2VONGdsawxt](https://www.instagram.com/reel/DKXCqpiJeOp/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=bDl3Y2VONGdsawxt))

Bu “Reel”de yaşlı bir adamın sandalında yapılan bir röportaj anında sudan çıkan köpek balığını sevdiği görülmektedir. Her ne kadar bu durum imkansız olsa da yapay zeka ile yapılan bu videoya aşağıdaki gibi yorumlar gelmiştir.



Görsel 6. -7. “the foconic” isimli Instagram profilindeki “Reel”e yapılan yorumlar

(Kaynak;[https://www.instagram.com/reel/DKXCqjleOp/?utm\\_source=ig\\_web\\_copy\\_link&igsh=bD3Y2VONGdsaWxt](https://www.instagram.com/reel/DKXCqjleOp/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=bD3Y2VONGdsaWxt))

“Bir an gerçek sandım” diye başlayan yoruma “bende”, “zaten gerçek” ve “değil yapay zeka” gibi yorumlar yapılmıştır. “Yapay zeka” iyice gerçekçi olmaya başladı” gibi bir yorumla da yapılan tespitler devam etmiştir.



Görsel 8. “the foconic” isimli Instagram profilindeki Yapay Zeka ile oluşturulmuş bir “Reel”

(Kaynak;[https://www.instagram.com/reel/DKXFcmLy5/?utm\\_source=ig\\_web\\_copy\\_link&igsh=MWhocG9meHZzaXhpYw==](https://www.instagram.com/reel/DKXFcmLy5/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=MWhocG9meHZzaXhpYw==))

Bu “Reel”de yaşlı bir kadının eline yapılan protez tırnakları göstererek “Bizim bedenimiz, bizim kararımız” sloganını söylediği bir röportaj anı görülmektedir. Hamur açan bir teyzenin güncel feminist konjektüre ait metropolit bir aksanla bu sloganı söylüyor olması dikkat çekmektedir.



**Görsel 9. – 10. – 11.** “the foonic” isimli Instagram profilindeki “Reel”e yapılan yorumlar

(Kaynak;[https://www.instagram.com/reel/DKXFcmLy5/?utm\\_source=ig\\_web\\_copy\\_link&igsh=MWhocG9meHZzaXhpYw==](https://www.instagram.com/reel/DKXFcmLy5/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=MWhocG9meHZzaXhpYw==))

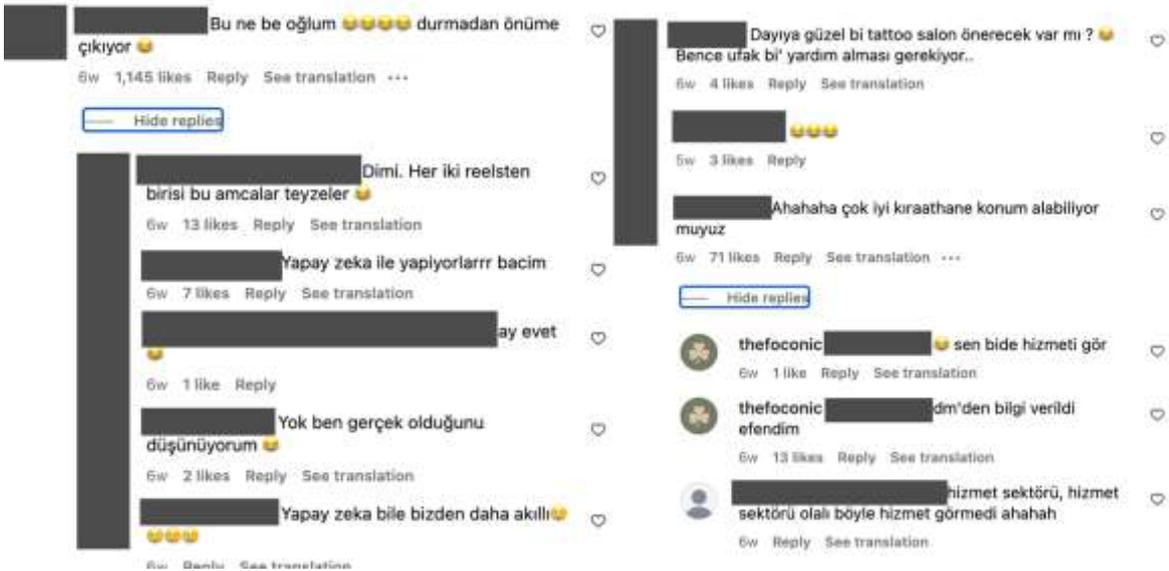
Bu “Reel”e “yapay zekaymış”, “Olsun yine de slay queen” gibi yorumlar gelmiştir. Bunun yanı sıra, “Gerçek sandım, beni yaşlanınca dolandırırılar”, “Değil yapay zeka”, “Yalnız değildiniz”, “Çok şükür bugün de neyin gerçek neyin ai olduğunu anlayabildim”, “Gerçeklik algımı kayıp ettim” ve “Of artık hiç biseye güvenemiyoruz yapay zeka gibi gerçeklik algımızı yitireceğiz hiç hoş olmuyor ua” gibi çeşitli yorumlarda eklenmiştir. Ayrıca “sizin ekmeğiniz değil yapay zekanın ekmeği” gibi tepki içeren bir yorumda mevcuttur ve bir diğer kullanıcı bu yoruma “hangi emek?” şeklinde cevap vermiştir.



Görsel 12. “the foconic” isimli Instagram profilindeki Yapay Zeka ile oluşturulmuş bir “Reel”

(Kaynak;[https://www.instagram.com/reel/DKZN6ulJzVs/?utm\\_source=ig\\_web\\_copy\\_link&igsh=amFrdmUwbHgzends](https://www.instagram.com/reel/DKZN6ulJzVs/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=amFrdmUwbHgzends))

Bu “Reel”de yaşlı bir adamın yazlık bir yerdeki kıraathanede koluna dövme yaptırırken ki röportaj anı görülmektedir. Adamın kılık kıyafeti ve sosyokültürel olarak dahil olduğu yapıdan oldukça güç gerçekleştirecek bir hareket yapıyor oluşundan mizahi bir durum ortaya çıkarılmıştır.



Görsel 13. – 14. “the foconic” isimli Instagram profilindeki “Reel”e yapılan yorumlar

(Kaynak;[https://www.instagram.com/reel/DKZN6ulJzVs/?utm\\_source=ig\\_web\\_copy\\_link&igsh=amFrdmUwbHgzens](https://www.instagram.com/reel/DKZN6ulJzVs/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=amFrdmUwbHgzens))

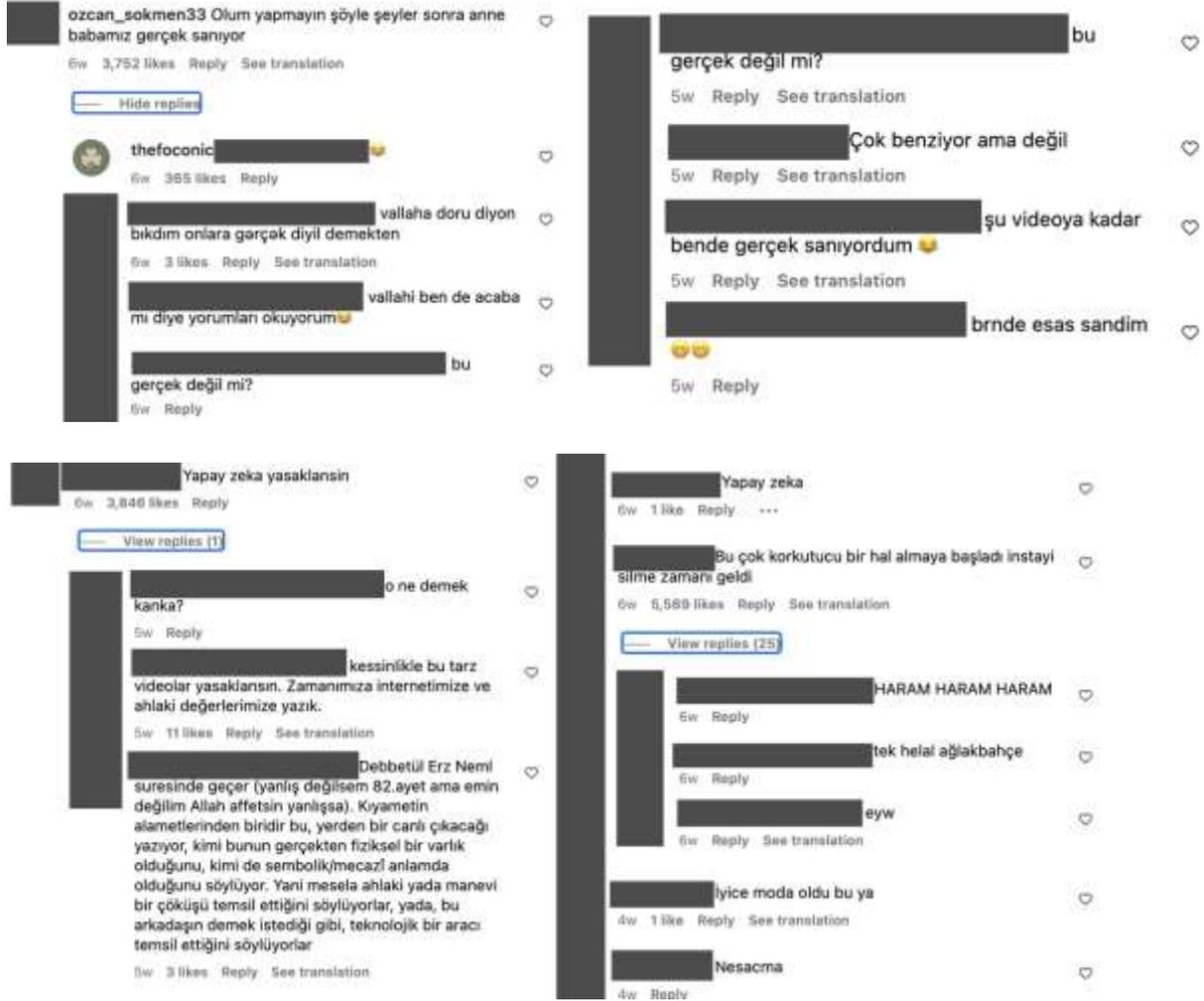
Bu “Reel”e ise “Bu ne be oğlum durmadan önüme çıkıyor”, “Dimi. Her iki reelsten birisi bu amcalar teyzeler”, “Yapay zeka ile yapıyorlarr bacım”, “Yok ben gerçek olduğumu düşünüyorum” gibi yorumlar gelmiştir. Bunun yanı sıra, “Dayıya güzel bi tattoo salon önerecek var mı ? Bence ufak bi’ yardım alması gerekiyor..”, “hahaha çok iyi kıraathane konum alabiliyor muyuz” gibi çeşitli yorumlarda eklenmiştir. Sayfanın yöneticisi son yoruma cevap olarak “sen bide hizmeti gör” ve “dm’den bilgi verildi efendim” şeklinde cevaplar paylaşmış ve yorumu yapan kişi de “hizmet sektörü, hizmet sektörü olalı böyle hizmet görmedi ahahah” şeklinde yanıt vermiştir.



**Görsel 15.** “the foconic” isimli Instagram profilindeki Yapay Zeka ile oluşturulmuş bir “Reel”

(Kaynak;[https://www.instagram.com/reel/DKaKoSSvILw/?utm\\_source=ig\\_web\\_copy\\_link&igsh=MXdqMzd5aHRIOHFiNg==](https://www.instagram.com/reel/DKaKoSSvILw/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=MXdqMzd5aHRIOHFiNg==))

Bu “Reel”de damat olduğu anlaşılan genç bir adamın ağlamaklı “Babamla kaynanam kaçtı abi... Bari bir gün daha bekleselerdi ya...” dediğini ve arkada ağlayan gelin, baygın yatan bir akraba kadın ve ortalıkta endişeyle gezinen birkaç başka yaşlı kadın görülmektedir.



Görsel 16. – 17. – 18. – 19. “the foconic” isimli Instagram profilindeki “Reel”e yapılan yorumlar

(Kaynak: [https://www.instagram.com/reel/DKaKoSSvILw/?utm\\_source=ig\\_web\\_copy\\_link&igsh=MXdqMzd5aHRIOHFiNg==](https://www.instagram.com/reel/DKaKoSSvILw/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=MXdqMzd5aHRIOHFiNg==))

Bu “Reel”e de “Olum yapmayın şöyle şeyler sonra anne babamız gerçek sanıyor”, “vallaha doru diyon bıkdım onlara gerçek diyil demekten”, “vallahi ben de acaba mı diye yorumları okuyorum”, “bu gerçek değil mi?”, “Çok benziyor ama değil”, “şu videoya kadar bende gerçek sanıyordum”, “brnde esas sandım” gibi yorumlar gelmiştir. Ayrıca, “Yapay zeka yasaklansın”, “o ne demek kanka?”, “kessinlikle bu tarz videolar yasaklansın. Zamanımıza internetimize ve ahlaki değerlerimize yazık.” Gibi yorumlar da mevcuttur. Son yoruma bir kullanıcı uzun ve açıklayıcı bir cevap vermiştir; “Debbetül Erz Neml suresinde geçer (yanlış değilsem 82.ayet ama emin değilim Allah affetsin yanlışsa). Kıyametin alametlerinden biridir bu, yerden bir canlı çıkacağı yazıyor, kimi bunun gerçekten fiziksel bir varlık olduğunu, kimi de sembolik/mecazî anlamda olduğunu söylüyor. Yani mesela ahlaki yada manevi bir çöküşü temsil ettiğini söylüyorlar, yada, bu arkadaşın demek istediği gibi, teknolojik bir aracı temsil ettiğini söylüyorlar”. Bir kullanıcı bu durumun kıyamet alameti olduğunu düşünür şekilde yorum yapmış ve yapay zekanın yasaklanması için böyle bir argüman üretmiştir. Akabinde, “Yapay zeka”, “Bu çok



korkutucu bir hal almaya başladı instayı silme zamanı geldi”, “HARAM HARAM HARAM”, “tek helal ağlakbahçe”, “eyw”, “İyice moda oldu bu ya” ve “Nesacma” gibi yorumlarla “Reel”e yapılan eleştiriler devam etmiştir. Özellikle bu “Reel”de genel halkın manevi değerlerinde bir etkilenmenin gözlemlenebileceği yorumlar mevcuttur.

Tüm bu grafik ve görsellerin ortaya çıkardığı durumlar sonuç ve tartışma bölümünde ele alınarak çalışma tamamlanacaktır.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Üretimsel yapay zekanın oldukça inandırıcı ve gerçekçi videolar üretmesiyle beraber genel halkın algısında ciddi bir dejenerasyon sürecinin geliştiği araştırmanın sunduğu veriler dahilinde varsayılabilir. Her ne kadar sosyal medya platformları bu durumu engelleyici önlemler alsada bu girişimler pek başarılı olamamaktadır. Çünkü bahsedilen regülasyonlara içerik üreticileri uysa dahi halkın bu durumu fark edecek oranda teknolojiyi kullanıp kullanmadığı sorgulanmamaktadır. Sonuç olarak sosyokültürel yapıya zarar verebilecek girişimler söz konusu olabilecektir. İçerik üreticilerinin ana motivasyonu finansal kazanç olduğundan her ne kadar mizahi bir yöntemle ve iyi niyetlerle üretim yapsalar da halkın bu içeriklere gösterdiği tepkilerden de anlaşılacağı üzere süreç pek de yapıcı ilerleyememektedir. Verilen grafiklerde kanalın içeriklerine ilginin giderek azaldığı görülmektedir. Bu durumun sebebinin, ilk içeriklerin daha cesur ve provakatif oluşundan kaynaklandığı varsayılabilir ya da süreç içinde kullanıcıların ilgisini kaybetmiş olduğu da varsayılabilir. Hem görüntüleme hem yorum hem de beğeni oranları eş zamanlı bir şekilde ve ciddi bir ivmeyle düşmüştür. Halkın her ne kadar sosyal medyada yorum yaparken kullandığı üslup ve yazım kuralları düzgün olmasada yorumların içeriğinin yapay zekaya karşı tepki içerdiği düşünülebilir. Eski jenerasyonun bu videoların gerçekliğini sorgulayamaması evlatları tarafından endişeyle karşılanmıştır. Daha yeni jenerasyonların bile aradaki farkı anlayamaması öfkeye sebep olmuştur. Kimi manevi değerlerin eğlence içerikli bir üretime dahil oluşu genel halkta hoşnutsuzluk yaratmıştır. Dezenformasyonun böylesi gerçekçi bir versiyonuna sebep olan yapay zekaya alışma süreci hızlanır mı bilinmez ama üretimsel yapay zekanın video üretim modüllerinin şimdiki zamanın konjonktürü içinde sosyokültürel yapıyı dejenere eden bir özellik ihtiva ettiği düşünülebilir.

## KAYNAKÇA

- Alıcı, Eylül (2023). Yeni Medya Sanatı Üretim Ortamı Olarak Yapay Zeka. Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sanat ve Tasarım Ana Bilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi)
- Atasoy Aktaş, Ayşe Duygu (2021). Dijital Platformlarda Kullanılan Yapay Zeka Teknolojilerinin Kullanıcı Motivasyonları Üzerinden İncelenmesi: Netflix Örneği. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Radyo, TV, Sinema Anabilim Dalı (Doktora Tezi)



Ersoy, Mehmet Fatih (2024). Kùltür Endüstrisinin Geçirdiği Dönüşüm: Instagram Örneği. Bursa Uludağ

Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyoloji Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi)

İnternet Kaynakçası;

“Yapay Zeka Sokak Röportajları Nasıl Oluşturulur?” isimli youtube video dersi;

<https://www.youtube.com/watch/yzsrno> [Erişim Tarihi; 15.07.2025]

Instagram’ın kısa tarihi; <https://www.britannica.com/money/Instagram> [Erişim Tarihi; 15.07.2025]

“thefoconic” Instagram sayfası; <https://www.instagram.com/thefoconic/> [Erişim Tarihi; 15.07.2025]

## **Peter Shaffer'in Küheylan Oyununda Psikodramatik Etkiler: Dramatik**

### **Kurgu ve Ruhsal Açılıminin Kesişimi**

**Sıla Can BUDAK<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>silacanbudak@gmail.com; Ordu Üniversitesi, Müzik ve Sahne Sanatları Fakültesi,  
Tiyatro/Oyunculuk Bölümü, Ordu / Türkiye.

---

#### **Özet**

Peter Shaffer'ın Küheylan (Equus) adlı oyunu, modern tiyatrodaki bireyin içsel çatışmalarını, toplumsal normlarla olan gerilimini ve psikolojik çözümlerini yoğun bir dramatik yapı içinde ele alır. Oyun, psikolojik derinliği yüksek karakter çözümlerini ve çok katmanlı dramatik yapısıyla yalnızca bir tiyatro metni değil, aynı zamanda ruhsal çözümleme olanağı sunan bir olay niteliğindedir. Psikodrama kuramı, bireyin duygusal deneyimlerini yeniden canlandırarak içsel çatışmalarını fark etmesine ve dönüştürmesine imkân tanır. Küheylan'daki dramatik kurgu, bu yöntemle paralel biçimde ilerler; karakterlerin geçmiş travmaları, bastırılmış arzuları ve bilinçdışı korkuları sahnede görünür kılınır. Oyunda Dr. Dysart ile Alan Strang arasındaki terapötik etkileşim, adeta bir psikodramatik oturumun sahneye taşınmış hâli gibidir. Bu bildirinin amacı, Küheylan'ın dramatik kurgusunu psikodramatik yaklaşımla inceleyerek, metindeki ruhsal açılım unsurlarının nasıl yapılandığını ortaya koymaktır. Böylece tiyatronun yalnızca estetik bir deneyim değil, aynı zamanda ruhsal bir keşif ve dönüşüm alanı olarak işlev görebileceği vurgulanacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Dramatik kurgu, Karakter analizi, Psikolojik çözümleme

---

#### **Abstract**

Peter Shaffer's Equus stands as a powerful example in modern theatre of the exploration of an individual's inner conflicts, tensions with societal norms, and psychological disintegration, all within an intense dramatic structure. The play, with its psychologically rich character analyses and multi-layered dramatic composition, functions not merely as a theatrical text but as an event that offers profound possibilities for psychological inquiry.

The theory of psychodrama enables individuals to re-enact emotional experiences, thereby recognizing and transforming their inner conflicts. The dramatic construction of Equus parallels this method: past traumas, repressed desires, and unconscious fears of the characters are brought vividly to the stage. The therapeutic interaction between Dr. Dysart and Alan Strang resembles a psychodramatic session transposed into theatrical form.

The aim of this paper is to examine the dramatic structure of Equus through a psychodramatic lens, revealing how the elements of psychological revelation are constructed within the text. In doing so, it underscores the notion that theatre can serve not only as an aesthetic experience but also as a space for psychological discovery and transformation.

**Keywords:** Dramatic structure, Character analysis, Psychological analysis

---

## GİRİŞ

Peter Shaffer'ın Küheylan (Equus) adlı oyunu, modern tiyatronun, psikolojik ve varoluşsal sorgulamalarını sahneye taşıyan en çarpıcı örneklerden biridir. Oyun, genç bir adamın altı atı kör etmesi üzerinden bireyin bilinçdışı arzuları, toplumsal baskılar ve ruhsal çözümleri dramatik bir kurguyla işlemektedir. Yazar Shaffer, bu olayı yalnızca bir suç hikâyesi olarak değil, ruhsal açılımın sahneye yansıdığı bir deneyim olarak yeniden kurgulamış ve bir tiyatro oyunu olarak karşımıza çıkarmıştır.

Tiyatro, bireysel hikâyeleri kolektif biçimde aktaran güçlü bir sanat formudur. Peter Shaffer'ın Küheylan adlı oyunu, bireyin içsel çatışmalarını ve toplumsal normlarla olan hesaplaşmasını çarpıcı biçimde sahneye taşır. Oyunun başkarakteri Alan Strang'ın yaşadığı travmalar, yalnızca bireysel psikolojiye değil, toplumun değer yargılarına da ışık tutar niteliktedir.

Psikodrama ise, en genel tanımı ile, Jacob L. Moreno tarafından geliştirilen, bireyin yaşadığı duygusal çatışmaları eylem yoluyla dışa vurmasını sağlayan bir terapi yöntemidir. Psikodramatik sahnelemeler, bireyin hikâyesini grup ortamında canlandırarak hem birey hem de grup üyeleri için katarsis sağlar. Bu katarsis tanımı Aristoteles'in Poetika eserinde yaptığı katharsis tanımı ile ne kadar örtüştüğü çalışmada analiz edilecektir.

Tiyatro'nun yazar kalemi ile başlayıp, yönetmen yorumu ile şekillenen, oyuncu ile canlanan ve teknik ekibin katkılarıyla görünür hale gelen kolektif yapısının son halkası olan seyircisi sanatsal üretim sürecinin tamamlayıcısıdır. Bu çalışma, Küheylan oyununu psikodrama bakış açısıyla ele alarak, bireysel bir travmanın sahne üzerinden kolektif bir deneyime nasıl dönüştürülebileceğini analiz etmektedir.

## YÖNTEM

Bu araştırma, nitel bir kuramsal çözümleme çalışmasıdır. Farklı disiplinleri birleştirme yolu ile bütüncül bir bakış açısı kurulmaya çalışılmış, literatür taraması yöntemi buna uygun olarak kurulmuştur.

Merkez odak olarak alınan "Küheylan (Equus)" adlı oyunda yazar Peter Shaffer'ın karakterler üzerinden bulguladığı bireysel travmaların sahnede nasıl kolektif bir anlatıya dönüşebileceği incelenmiştir. Psikodrama kuramındaki, bireyin duygusal deneyimlerini yeniden canlandırarak içsel çatışmalarını fark etmesine ve dönüştürmesine imkân tanınması, oyundaki Alan Strang ve Martin Dysart'ın ilişkisi ve replikleri üzerinden ele alınmış, travmanın kolektif bir sunuma dönüşmesi potansiyeli kavramsal tartışmalarla bulgulanmıştır.

## BULGULAR

Tiyatro, bireysel hikâyeleri kolektif olarak aktaran güçlü bir sanat formudur. Jacob Levy Moreno tarafından geliştirilen Psikodrama ise, en genel tanımı ile, bireyin yaşadığı duygusal çatışmaları, eylem yolu ile dışa vurmasını sağlayan bir terapi yöntemidir.

Moreno'nun çalışma prensiplerinden birisi de "Sanatı yeniden canlandırma, ona yaşam katma ve kitle terapisinin kaynağı olarak doğmaca tiyatro (spontanite tiyatrosu)'dur (Altınay, 2003, s.27)".

Psikodramaya katılan herkes, spontan oyunun etkisiyle büyülenir ve şaşırır. Tiyatronun bu türü, boş bir sahnede senaryo, profesyonel oyuncular ve prova olmadan başlar. (Moreno, Blomkvist, Rützel, 2013, s.1). Protagonist kavramını açıklamak önemli görülmektedir. Protos sözcüğü Yunancada birinci, agonist ise oyunda çatışmayı sağlayan taraflardan biri anlamına gelmektedir. Bu iki sözcüğün birleşiminden oluşan protagonist ise, birinci oyuncu, baş kahraman anlamını taşımaktadır (Akyüz, 2022, s.6). Protagonist tek başınadır ve öyküsü psikodrama teknikleri sayesinde ister trajedi ister taşlama ister komedi olsun bütün bir oyuna dönüşür (Moreno, vd., 2013, s.1). Psikodramada seyirci yoktur. Orada bulunan herkes oyunun bir parçasıdır. Her şey sahnenin "şimdi ve burada"sında gerçekleşir ve asla tekrar edilemez (Moreno, vd., 2013, s.1). Klasik tiyatrodaki seyir yeri ve sahne keskin çizgilerle ayrılmıştır, Psikodramada böyle bir ayırım yoktur.

Psikodrama, aynı zaman da hem en saf hem de en doğru anlamıyla "Kendinden Geçme Tiyatrosu"dur, çünkü bireyin kısıtlı dünyasından dışarı adım atmasını sağlar ve sınırları siler. Psikodramada erkekler kadınları, kadınlar erkekleri, gençler yaşlıları, yaşlılar gençleri, insanlar uçakları veya her türlü eşyayı (...) canlandırabilirler (...) Bu sınırların olmadığı, insanın gerçek dünyadan özgürleştiği dünyaya Moreno "artık gerçeklik" adını vermiştir (Moreno, vd., 2013, s.1). Her şey karşılaşma halinde gerçekleşmektedir.

Psikodrama'da gerçek, sahnesele etkileşim içinde, objektif, subjektif ve artık gerçeklik olarak üç ayrı kategoride ele alınır. Bu tanımlamalar ile anlatılmak istenen kişinin kendi yaşamına kendi gözleri ile bakması (subjektif gerçeklik), kendi yaşamına dışarıdan bakması (objektif gerçeklik) ve kendi yaşamına başkasının gözünden bakmasıdır (artık gerçeklik). (Altınay, 2017, s. 30).

Artık gerçeklik tanımı ise şu şekildedir: psikodrama sahnesinde hayatın tüm sınırlarını kaldırarak insanlara dış dünyada mümkün olmayan bir fırsatı yani istedikleri, hayal edebilecekleri her şeyi deneyimleme fırsatı sunan sınırsız bir gerçeklik boyutudur (Tatar, 2021, s. 275).

Moreno, Spontanlık Tiyatrosu'nun amacının tiyatrodaki devrim yapmak olduğunu söylerdi. Bu değişimi de dört temel unsur üzerine kurmayı hedefliyordu: 1. Yazılı metin ve senaryonun elden çıkarılması. 2. İzleyicilerin de katılımıyla "seyircisiz bir tiyatro" oluşturulması. Herkes bir parça, herkesin oyuncu olması. 3. Oyuncular ve seyircilerin tek yaratıcılar olması. Oyun, eylem, motif, sözcükler, karşılaşma ve çatışmaların çözümü dahil her şeyin doğaçlama yapılması. 4. Eski sahnenin kaybolduğu yerine açık ve geniş bir sahnenin, açık bir yaşam alanının, yaşamın kendisinin geçmesi (Moreno, vd., 2013, s. 2).

Spontanlık ne zamana devreye girmelidir? Çocukken, şaşırmak bize cesaret verir ve bizi teşvik eder. Ancak, yaşımız ilerledikçe bu tutumumuz değişir ve onun yerine şaşırmaktan korkmaya başlarız (...) bazı şaşkınlıklar insanlara öyle meydan okur ki nasıl başa çıkacaklarını bilemez ve güvensiz hissederler. İşte tam da bu noktada spontanlık devreye girmelidir. Spontanlık ve yaratıcılıkla akmak kaygıları azaltabilir (...) Spontanlık, insana duruma göre hareket etmekte özgür olduğu duygusunu verir, kişi kaygılanmak yerine durumu kontrol altına alabileceği düşüncesine kapılır (Bkz. Moreno, vd., 2013, s. 13). Psikodrama ile kişi kendi spontanlıklarını tekrar geliştirmeyi öğrenir, kaygıları azalır, kontrol duygusu yükselir.

Meşru tiyatro sürekli olarak kültürel konserveler yaratarak sıradan insanı ezer. O önünde çok iyi hazırlanmış oyunların ve olayların tekrarlanmasının obsesif takipçisi olmuştur. Moreno'nun o diye bahsettiği seyircilerdir. Moreno'nun spontanite tiyatrosu, izleyicilerin tiyatrosudur, onların katılımcı olduğu bir tiyatrodur. Bu da izleyicinin yönetici olduğu bir sahne üretir. İzleyicilerin yaşamları, anları, duyguları, dramaları canlandırılır (Bkz. Altınay, 2021b, ss. 21-25). Moreno'nun tiyatro bakış açısında izleyici de katılımcı ve aktif olduğu açıktır.

Kişiler arası bağların teorisini içinde barındıran Tele'ye bu noktada bakmak önemli görülmektedir. Tele, tesadüf olasılığını dışarıda bırakarak karşılıklı seçimlerin artmasından sorumlu olan faktör olarak tanımlanmakta ve sağlıklı ilişkilerin ne şekilde bağlandığını bize açıklamaktadır. Tele, bir, iki veya daha fazla kişinin katıldığı, uzay ve zamana yansıtılmış hissetme süreci olarak tanımlanır, bir başkasının gerçek bir özelliğinin deneyimlenmesidir. İçgörü ve sezginin duygusal temelidir (Moreno'dan akt. Altınay, 2025, ss.18-19). Sahnede yeni ve uyumlu bağlar tele sayesinde kurulabilmektedir.

Tele'nin en açık tanımı ise, başka bir kişinin duygularına ulaşmak, bu duyguların gerçekliğini kabul ederek karşılıklı olarak gerçeği kabul etmek ve paylaşmaktır (Altınay, 2021b, s.32). Öznel bir duygulanımdan bahsedilmez tele'de karşılıklı bir deneyim söz konusudur. Peter Shaffer'ın Küheylan (Equus) adlı oyununda da Alan Strang ve Doktor Dysart'ın karşılıklı olarak gerçekleştirdikleri ilişki tam da böyle bir ilişkidir. Küheylan oyunda İngiltere'nin güneyinde bir klinikte görev yapan ve uzaklarda yaşamayı hayal eden; fakat olduğu yere sıkışıp kalmış Doktor Dysart'ın monoton hayatı, altı atın gözlerini oyarak kör eden ve yok etme eğiliminde olan on yedi yaşındaki Alan Strang'ın tedavisini kabul etmesi ile değişir. Alan, toplumsal normlara uymayan, içine kapanık ve kendisini atlara adamış bir gençtir. Oyun içerisinde Alan'ın iletişime kapalı oluşunun nedenleri, Doktor ile klinikte yaptığı görüşmelerde çözülür. Sürekli yasaklar ve kurallar içerisinde büyüyen ve kendi isteklerini, arzularını dile getiremeyen Alan'ın travmaları ailesi ile başlamıştır. Annesinin dini baskısı, babasının genel katı tutumu ve Alan'ın yalnızlığı onu inanç sistemi içerisinde atlara yöneltmiş ve atları adeta kutsal haline getirmesine sebep olmuştur. Hafta sonları bir at çiftliğinde çalışan Alan, oradaki kız arkadaşı Jill Mason ile duygusal yakınlığını da kutsal saydığı atların önünde yaşamak istemez ve atlar tarafından izlendiğini, suçlandığını düşünür. Bu izlenme ve yargılanma haline, babasının bir sinemada uygunsuz bir filmi izlerken bulması da eklenince bildiği doğru gördüğü her şeyin yıkımı üzerine Alan psikolojik bir krize girer. Sonunda da altı atı kör eder. Doktor Dysart ise, özgür hissetmeme ve bastırılmış duygular konusunda Alan'da kendisini görür. Doktor Dysart'ın da baba olamayışı, mutsuz evliliği ile ilgili sırları vardır; fakat Alan kadar tutkulu olamayışının farkına varır ve onu kıskandığını Yargıç'a itiraf eder (Bkz. Shaffer, 1975, ss.1-69). Alan ve Doktor Dysart karakterleri oyun içerisinde zamanla birbirleri ile iletişim kanallarını açıp hayatları ile ilgili kimsenin bilmediği gerçekleri birbirlerine itiraf ederler. İyileşme bu durumda başlayacaktır.

Oyun bir spontanite tiyatrosu olarak karşımızda değildir; fakat yazar Shaffer'ın oyunun başında sahnenin dramatik kurgusunu, seyircilerin ve oyuncuların yerleştirilme biçimlerini detaylı şekilde açıklaması adeta bir psikodrama seansını andırmaktadır. Sahne gerisinde başka oyuncuların oturduğu sıralar vardır. Küheylan'ın bütün oyuncuları oyun boyunca sahnede otururlar. Sıraları gelince ayağa kalkıp oynarlar. İşleri bitince yerlerine gidip otururlar. Bu oyuncular, tanıklık ve yardımcılık yapar, özellikle koro görevi görürler. Sahne gerisinde fon sahne, küçük bir anfiteatr (tribün) gibi, seyircilerin sıra sıra oturacağı blok vardır (Shaffer, 1975, s.1). Sahnenin bu dramatik kurgusu Moreno'nun Uyum Teorisi'ni destekler nitelikte görülmektedir. Uyum Teorisi sahnede oyuncuların birbirleri ile uyumu,

paylaşılan An'ın yani zamanın içinde birlikte olabilmek, paylaşılan mekânın içinde sahnede birlikte olabilmek, üretilen konusunda ortaklaşabilmesi ve süreç içerisinde uyumlu olabilmek olarak tanımlanır (Altınay, 2021b, s. 32). Uyum meselesi spontanite tiyatrosu için elbette önemlidir; fakat tiyatro oyunlarının doğası gereği karakter çatışmalarına ihtiyacı vardır. Alan ve Doktor Dysart farklı insanlar olsalar bile, oyun sonunda tüm sırların çözülmesine kadar uyumlu-uyumsuz şeklinde ilişkiler kurup, ayna gibi birbirlerini seyirciye yansıtırlar. Protagonist ve antagonist olarak karşımıza çıkmaktadırlar.

Bu noktada spontanite tiyatrosunun farklı bir özelliğine de bakmak gerekir: “Terapötik süreçlerin en değerli anları genellikle en derin sırların anıların yakalandığı ve hassasça ele alındığı anlardır. Spontanite tiyatrosu üstelik kalabalık bir grup ile böyle anların yakalandığı tiyatrodur ve kimsenin zarar görmeden kucaklanmasını sağlar (Altınay, 2021b, s. 41).

Alan Strang'ın yaşadığı olay, bir travmadır. Travmanın tanımının açık şekilde yapılması gerekmektedir: “Travma, sorumluluğun kaybolduğu, gücün elinden alındığı, oldukça güçlü olumsuz imge ve yaşantının insanların zihnine işlediği ve bunlara paralel olarak öğ alma, kendinden nefret etme, suçluluk ve utanç gibi duyguların işin içine girdiği karmaşık bir olgudur” (Altınay, 2011, s.123).

Travma üzerine çalışırken yardımcı olacak “Söylenmeyenler Tekniği”, oyunda Doktor Dysart'ın hipnoz, doğruluk hapı gibi yöntemlerle Alan'ı sırlarından kurtarıp iyileşme basamağına geçmesi için kullandığı tekniklerden biri olarak karşımızdadır. “Söylenmeyenler tekniği, tramvada zor konulardan biri olan pişmanlık, suçluluk gibi bazı duygulara açılım sağlar (...) Bu zamanlarda söylenmeyenlerin ifade bulması önemli bir farkındalık ve katarsis noktası olabilir” (Altınay, 2021a, s. 73). Alan, kendisini güvende hissettiğinde tüm sırlarını açığa döker. Bu da iyileşmenin ilk aşamasıdır, çünkü korunaklı ortamda hikâyeyi paylaşmak güvenlik duygusunu arttırmıştır. Yalnızlık duygusundan kurtulan birey, izleyiciler (seyirciler) ve grup üyeleri (Doktor Dysart) ile bütünleşir.

Spontanite Tiyatrosu, katarsisin ve yeni davranışların tiyatrosudur. Birey, yaşama karşı olan cesaretinin artışı görür. Sahnede denenen yeni davranışlar kişilere yeni fikirler verir ve hatta bazen bu davranışı yapmışçasına rahatlarlar ve iyi hissederler (Altınay, 2021b, s.43). Tiyatro sanatı içinse katharsis Aristoteles'in Poetika eserinde tragedyanın ödevi olarak verilir ve tanımı şu şekildedir: “(...) uyandırdığı acıma ve korku duygularıyla ruhu tutkularından temizlemektir” (Aristoteles, 2012, s. 22). İki katarsis tanımında da “iyileşme” ortak yaklaşım olarak dikkati çekmektedir; fakat Moreno klasik tiyatroyu bir iyileştirme tiyatrosu olarak görmüyordu. Estetik deneyim haline dikkat çekiyordu. Moreno, klasik tiyatrodaki seyirciyi düşünerek şu soruları soruyordu: “Gerçekten arınıyorlar mı, oyuncuların gerçek insanlar olmadıklarının farkındalar mı?” çünkü oyuncular, yazarın yazdığı olayı temsil ediyorlardı, bu onların kendi insanı deneyimleri değildi. Seyircilerden sonra oyunculara konsantre olan Moreno, metni kaldırıp, oyuncuların gerçekliklerine, acılarına, gülüşlerine, gözyaşlarına odaklandı ve bir iyileştirme tiyatrosu üretti. Yani Moreno ikincil bir katarsisten yola çıkarak, oyuncu ve seyirci arasında birincil bir katarsis yarattı. Seyirci kelimesinin yerine de deneyimi birebir yaşayan “grup” kelimesini yerleştirmiştir (Bkz. Moreno, vd., 2013, ss. 50-51).

Küheylan oyunu otuz beş sahneden oluşur ve sahneler arasında zaman atlamaları mevcuttur. Hikâyenin takip edilebilmesi için zaman zaman geçmişe gidilip tekrar An'a dönülmektedir. Seyircilerin bir kısmının da sahnedeki amfiyi andıran yükseltide oluşu ve Doktor Dysart'ın terapist olarak seyircilere hitap etmesi psikodramatik yapıya uygundur; dramatik bir kurgusu olan oyun hikâyeyi bilen ve başı

sonu belli bir oyun kurgusu içerisindedir. Hikâyenin ilginç yanı sadece seyirciler tarafına sürprizdir. Bir katarsis yaşanır; fakat bu klasik tiyatrodan gelen bir katarsistir. Shaffer'ın oyunun ilk sayfasında zaman algısı için “şimdiki zaman”ı kullanır. Bu da Alan ve Doktor Dysart'ın başına gelen travmalarının her çağda olabileceği algını ve yeni reji uygulamaları denemek isteyen tiyatro sanatçılarına geniş bir özgürlük alanı tanımaktadır.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Deniz Altınay, Spontanite Tiyatrosu için “rahatlamanın, anlaşılmanın, birlikte hissetmenin, yalnız olmadığını bilmenin ve tesellinin tiyatrosudur” (Altınay, 2021b, s.41) tanımını yapar. Anlaşılma durumu beraberinde değişimi de getirecektir. Bir şeyin sır olması ortadan kalktığı an, kişi için o şeyin sorun olma durumu da ortadan kalkacaktır. Terapötik süreçlerin de tiyatro sanatının da genel anlamda en değerli anları sırların ortaya çıktığı, çözümlerin başladığı anlardır. Yirmi birinci yüzyıl insanını kaygılandıran, kalabalıklar ve teknolojik gelişmeler içerisinde “yalnızlık ve kabul görme, onaylanma” düşünceleri sanatın her dalı gibi tiyatrodan da konu haline gelmektedir. Çağ değiştikçe istekler, arzular, yaşam biçimleri ve algılanışları da değişmektedir. Sanatta da anlatım biçimleri yeni türler çağın gerekliliklerine göre değişmektedir. Tiyatro sahnesinde, psikodramanın yardımcı etmenleri ve spontanite tiyatrosu özellikleri kullanılarak insanın travmalarına nasıl yaklaşılabilir ya da yaklaşıp bir sağaltım süreci yaratılabilir mi? gibi sorular hem tiyatroya hem de psikodramaya birlikte çalışma imkânı sunabilir.

Alan ve Doktor Dysart'ın kurdukları tele ile oyunun son sahnesinde, Alan'ın tüm sırlarını ve nedenlerini ortaya dökmesi, Doktor'un da kendi hayatı ile ilgili itirafları, ikisi için de çözülmeyi ve iyileşme sürecinin başlangıcını beraberinde getirmiştir.

Küheylan oyununda seyirciler katılımcı olarak aktif rol oynamasalar bile, oyun; psikodramatik bir yaklaşımla bakıldığında “kurgulu paylaşım” olarak içerisinde spontanite tiyatrosunun izlerini barındırmaktadır. Farklı reji yaklaşımları denenmek istendiğinde seyircilerin de oyuna dahil edildikleri ve ortak iyileşmenin parçası olabilecekleri, arınmayı daha net yaşayabilecekleri yeni bakış açıları geliştirilebilir.

## KAYNAKÇA

Akyüz, V. Y. (2023). Drama ve Animasyon. Spor ve Rekreasyonda Psikodrama- Ünite 9. Editör: Bünyemin Aydemir. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Yayınları.

Aristoteles, (2012). Poetika. İstanbul: Remzi Kitapevi.

Altınay, D. (2011). Psikodramada Seçme Konular Teoriden Pratiğe Psikodrama. İstanbul: Sistem Yayıncılık.



Altınay, D. (2017). Yaşamın Sahnesi Psikodrama ve Gerçek. *Uluslararası Grup Psikoterapileri ve Psikodrama E-Dergisi*. (İstanbul Psikodrama Enstitüsü 20. Kuruluş Yılı Dönümü Özel Sayısı- Aralık 2017).

Altınay, D. (2021a). Psikodramada Seçme Konular Teoriden Pratiğe Psikodrama. Ankara: Atlas Akademik Basın Yayım.

Altınay, D. (2021b). Spontanite Tiyatrosu Playback Theatre Sahnede Yaratıcılık Tiyatroda, Okul ve Şirket Eğitimlerinde Psikodrama ve Spontanite Tiyatrosu Uygulamalarıyla. Ankara: Atlas Akademik Basın Yayım.

Altınay, D. (2025). Psikodramada Grup Psikoterapisi Psikodrama 450 Isınma Oyunu. Ankara: Atlas Akademik Basın Yayım.

Moreno, Z.T., Blomkvist, L.D., Rützel, T. (2013). Psikodrama ARTI Gerçeklik ve İyileştirme Sanatı. Çev: Barış Şimşek. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Shaffer, P. (1975). Küheylan. Çev: Sevgi Sanlı. Ankara: Dramaturgi Bölümü.

Tatar, S. (2021). Psikodramada Çağdaş Yaklaşımlar. *Moreno ile Artık Gerçeklik ve Yaratıcı Özümüzle Yeniden Buluşmamızda Artık Gerçekliğin Rolü Üzerine Psikodramatik Bir Röportaj*. Editör: Deniz Altınay. Ankara: Atlas Akademik Basın Yayım.

## Neoliberal Mimarlığın Kamusal Alanlara Yansıması: Foucault'nun Yönetimsellik Perspektifinden Bir İnceleme

Rıza Fatih MENDİLCİOĞLU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>rizafatih@gmail.com; Başkent Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı, Ankara / Türkiye.

---

### Özet

Küreselleşmeyle birlikte kent mekânları, ekonomik, politik ve kültürel güç ilişkilerinin yeniden üretildiği alanlara dönüşmüştür. 20. yüzyılın son çeyreğinde etkisini artıran neoliberal politikalar, kamusal alanın üretim ve kullanım biçimlerini değiştirerek piyasa rasyonalitesi ve güvenlik paradigmasını belirleyici kılmıştır. Mimarlık, bu süreçte estetik ve işlevselliğin ötesinde, toplumsal davranışları düzenleyen bir iktidar aracı haline gelmiştir.

Bu çalışmanın amacı, neoliberal kentsel politikaların kamusal alanlara yansımasını, Michel Foucault'nun neoliberalizm ve yönetimsellik kavramları çerçevesinde irdelemek; özellikle “düşman mimarlık” olarak adlandırılan mekânsal stratejilerin, toplumsal dışlama ve davranışsal denetim mekanizmalarıyla nasıl ilişkili olduğunu ortaya koymaktır. Çalışmada, İstanbul, Londra ve Paris'ten seçilmiş örnekler üzerinden hem yerel hem küresel ölçekte karşılaştırmalı bir değerlendirme yapılacaktır. Çalışma sonucunda, düşman mimarlığın yalnızca fiziksel tasarım nesnelere üzerinden değil, aynı zamanda kamusal alanın hukuki, ekonomik ve kültürel kodlarının yeniden tanımlanması yoluyla işlediği; bu yönüyle neoliberal yönetimsellik anlayışının mekânsal tezahürü olduğu tespiti yapılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Neoliberalizm, Düşman Mimarlık, Kamusal Alan, Foucault, Sosyal Dışlama

---

### Abstract

With globalisation, urban spaces have become areas where economic, political and cultural power relations are reproduced. Neoliberal policies, which gained momentum in the last quarter of the 20th century, have changed the production and use of public space, making market rationality and the security paradigm decisive. Architecture has become a tool of power that regulates social behaviour beyond aesthetics and functionality in this process.

The aim of this study is to examine the reflection of neoliberal urban policies on public spaces within the framework of Michel Foucault's concepts of neoliberalism and governance; in particular, to reveal how spatial strategies referred to as ‘enemy architecture’ are related to mechanisms of social exclusion and behavioural control. The study will conduct a comparative analysis at both local and global scales using selected examples from Istanbul, London, and Paris. The study will conclude that enemy architecture operates not only through physical design objects but also through the redefinition of the legal, economic, and cultural codes of public space, thereby constituting the spatial manifestation of neoliberal governance.

**Keywords:** Neoliberalism, Enemy Architecture, Public Space, Foucault, Social Exclusion

---

## GİRİŞ

20.yüzyılın son çeyreği, kentlerin ekonomik, politik ve mekânsal organizasyonunun radikal biçimde yeniden tanımlandığı bir dönem olmuştur. Bu dönemde yükselen neoliberal paradigma, yalnızca ekonomik bir politika seti değil, aynı zamanda toplumsal ilişkilerin, yönetim biçimlerinin ve mekân üretim süreçlerinin bütününe dönüştüren bir yönetimsellik biçimi olarak ortaya çıkmıştır. Neoliberalizmin temel özelliği, piyasa mekanizmalarının toplumsal yaşamın tüm alanlarında düzenleyici güç olarak işlev görmesidir. Bu yaklaşım, kamusal alanların üretim ve yönetiminde de belirleyici olmuş; mekân, kamusal yarar ve toplumsal kapsayıcılık yerine, sermaye birikimi, yatırım çekiciliği ve rekabet edebilirlik hedefleri doğrultusunda yeniden kurgulanmıştır (Harvey, 2005). Bu dönüşüm, kamusal alanların yalnızca sosyalleşme ve kolektif yaşam sahaları olma işlevini aşındırmış, onları kontrol, gözetim ve yönlendirme tekniklerinin uygulama zeminine dönüştürmüştür. Özellikle güvenlik ve düzen söylemleri altında meşrulaştırılan mekânsal müdahaleler, istenmeyen kullanıcı gruplarının erişimini kısıtlamakta, mekânın kullanım biçimlerini daraltmakta ve toplumsal etkileşimleri belirli çerçeveler içine hapsedmektedir. Bu bağlamda “düşman mimarlık” (hostile architecture) olarak adlandırılan tasarım stratejileri, yalnızca fiziksel mekânın biçimsel özellikleri üzerinden değil, aynı zamanda toplumsal davranışların ve ilişkilerin yeniden tanımlanması yoluyla işleyen bir iktidar teknolojisi olarak değerlendirilebilir.

Michel Foucault’nun yönetimsellik kavramı, bu sürecin analizinde önemli bir kuramsal çerçeve sunar. Foucault’ya göre iktidar, yalnızca yasa ve zor kullanımı yoluyla değil, aynı zamanda gündelik yaşam pratiklerini biçimlendiren, bireylerin davranışlarını yönlendiren ve arzularını düzenleyen “ince ayarlı” teknikler aracılığıyla işler (Foucault, 2008). Düşman mimarlık, bu anlamda neoliberal yönetimselliğin somut bir tezahürü olarak, kent mekânında görünmez sınırlar ve seçici kapsama mekanizmaları oluşturur.

Bu çalışmanın amacı, neoliberal politikaların kamusal alan tasarımında ortaya çıkardığı mekânsal denetim biçimlerini ve bu biçimlerin toplumsal etkilerini incelemektir. İstanbul, Londra ve Paris’teki vaka örnekleri üzerinden, düşman mimarlığın farklı kentsel bağlamlarda nasıl benzer kontrol teknikleri ürettiği, hangi davranış biçimlerini teşvik edip hangilerini engellediği ve mekânın toplumsal kapsayıcılığını nasıl dönüştürdüğü karşılaştırmalı olarak analiz edilecektir. Böylece çalışma, neoliberal kent yönetiminde mimarlığın yalnızca estetik ve işlevsel değil, aynı zamanda politik ve ideolojik bir araç olarak konumunu tartışmaya açmayı hedeflemektedir.

## YÖNTEM

Bu çalışma, neoliberal kent politikalarının kamusal alan tasarımına yansımalarını ve bu bağlamda düşman mimarlığın işleyiş biçimlerini, Foucault’nun yönetimsellik kavramı çerçevesinde analiz etmeyi amaçlayan nitel bir araştırmadır. Çalışmada hem teorik hem de ampirik veriler kullanılmış, çoklu veri kaynaklarından yararlanılarak karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır.

## **BULGULAR**

Neoliberalizm, 1970’li yılların ortasında yaşanan ekonomik durgunluk, petrol krizleri ve refah devleti politikalarının maliyet baskısı altında sorgulanması sürecinde, serbest piyasa ideolojisinin yeniden merkezi bir konuma yükselmesiyle ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşım, devletin ekonomik ve sosyal alanlardaki düzenleyici rolünü azaltmayı, kamusal hizmetleri özelleştirmeyi ve piyasa mekanizmalarını toplumsal yaşamın temel düzenleyici gücü hâline getirmeyi hedefler (Harvey, 2005). Ancak neoliberalizm yalnızca ekonomik bir yeniden yapılanma programı değildir; aynı zamanda mekânsal üretim, kentsel yönetim ve toplumsal kontrol stratejilerinin bütününe dönüştüren ideolojik bir çerçevedir.

Kent mekânı, neoliberal politikaların en görünür ve etkili uygulama sahalarından biridir. Kentler, küresel sermaye akışları açısından rekabetçi birer “yatırım alanı” olarak konumlandırılırken, kamusal alanlar da bu rekabetin araçları hâline gelir. Neoliberal kentsel politikalar, kentin ekonomik değer üretme kapasitesini artırmak amacıyla kamusal alanların turizm, tüketim ve prestij projeleri lehine yeniden düzenlenmesini teşvik eder. Bu süreçte, mekânın kamusal yarar için tasarlanması anlayışı giderek zayıflar; yerine, ekonomik getiri potansiyeli yüksek kullanım biçimlerini önceleyen bir planlama mantığı geçer (Brenner & Theodore, 2002).

Bu dönüşüm, mekâna erişim ve kullanım hakkının fiilen yeniden tanımlanmasına yol açar. Yasal olarak herkese açık olan alanlar, tasarım ve yönetim stratejileriyle belirli toplumsal gruplara karşı daha az erişilebilir hâle getirilebilir. Örneğin, yüksek gelir gruplarına hitap eden kentsel dönüşüm projeleri, mekânsal ayrışmayı derinleştirir ve “kapsayıcı kamusal alan” ilkesini aşındırır. Böylece neoliberalizm, kent mekânını hem ekonomik hem de sosyal açıdan seçici bir filtreleme aracına dönüştürür.

Ne var ki, bu mekânsal dönüşümü anlamak için yalnızca ekonomik ve politik dinamikleri incelemek yeterli değildir. Neoliberal kent politikalarının toplumsal davranışları nasıl biçimlendirdiğini, kimlerin hangi alanlara erişebildiğini ve mekânın hangi pratikleri teşvik edip hangilerini caydırdığını analiz edebilmek için, iktidar ve yönetim biçimlerine dair kuramsal bir çerçeveye ihtiyaç vardır. Michel Foucault’nun “yönetimsellik” kavramı, tam da bu noktada, mekânın yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda davranışsal ve toplumsal düzeyde nasıl bir iktidar aracı olarak işlediğini anlamlandırmak açısından kritik bir perspektif sunar.

### **Foucault’nun Yönetimsellik Kavramı**

Michel Foucault, modern iktidar biçimlerinin yalnızca yasa, baskı ve şiddet üzerinden değil; nüfusun davranışlarını yönlendiren, yaşam pratiklerini düzenleyen ve arzuları şekillendiren daha incelikli mekanizmalar aracılığıyla işlediğini vurgular. “Yönetimsellik” (governmentality) kavramı, bu geniş iktidar rasyonalitesini tanımlamak için geliştirilmiştir. Foucault’ya göre yönetimsellik, “davranışların davranışını yönlendirme” sanatıdır; bireylerin ve toplulukların kendi eylemlerini belirli toplumsal, ekonomik ve politik hedefler doğrultusunda “gönüllü” olarak düzenlemesini sağlayan bilgi-teknik ağlarının bütünüdür (Foucault, 2008).

Bu kavram, iktidarın salt devlet aygıtı ile sınırlı olmadığını; aksine, özel sektör, sivil toplum, uzmanlık alanları ve mekânsal tasarım gibi farklı alanlarda da içkin biçimde işlediğini ortaya koyar. Nikolas Rose ve Peter Miller (1992), yönetimselliği “devletin ötesindeki siyasal akıl” olarak tanımlar; yani piyasa,



uzmanlık, planlama ve güvenlik teknolojilerinin bir arada, görünürde bağımsız ama aslında uyumlu şekilde çalışarak bireyleri hedeflenen davranış biçimlerine yönlendirmesi... Mitchell Dean (1999) ise bu süreci analiz etmek için dört boyut önerir: hangi olguların “sorun” olarak görünür kılındığı (**görünürlükler**), hangi uzmanlık biçimlerinin devrede olduğu (**bilgiler**), hangi araçların kullanıldığı (**teknolojiler**) ve bunların hangi akıl yürütme biçimleriyle (**rasyonaliteler**) meşrulaştırıldığı.

Yönetimsellik, mekânın düzenlenmesi söz konusu olduğunda özellikle belirgindir. Alanların fiziksel organizasyonu, yalnızca dolaşımı yönlendirmez; aynı zamanda hangi davranışların meşru, hangilerinin arzu edilmeyen olarak kodlandığını da belirler. Bankların orta bölmelerle ayrılması, yüzeylerin yatmaya izin vermeyecek şekilde eğimlendirilmesi veya kamusal alanlarda gözetim kameralarının yaygınlaştırılması, bireyleri belirli davranış biçimlerine teşvik ederken diğerlerini görünmez biçimde caydırıcı tekniklerdir. Foucault’ya göre bu durum, iktidarın “görünmez el” gibi, doğrudan müdahale etmeksizin yaşamın akışını yönlendirdiğinin göstergesidir.

Bu kuramsal çerçeve, neoliberal kentsel politikaların neden yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda toplumsal davranışları biçimlendiren bir yönetim rasyonalitesi içerdiğini anlamamıza olanak tanır. Yönetimsellik perspektifinden bakıldığında, kentsel tasarım ve kamusal alan düzenlemeleri, iktidarın davranışsal ve mekânsal stratejilerinin en görünür araçları hâline gelir, “düşman mimarlık” olarak adlandırılan tasarım yaklaşımı da bu bağlamda değerlendirilmelidir: görünürde estetik veya güvenlik amacı taşıyan küçük ölçekli mekânsal müdahaleler, aslında neoliberal yönetimselliğin toplumsal dışlama ve mekânsal ayrışma politikalarının somut tezahürleri olarak işlev görür.

### **Neoliberalizm Ve Düşman Mimarlık İlişkisi**

Düşman mimarlık, kent mekânında “istenmeyen” kullanıcıların uzaklaştırılması veya caydırılması yoluyla belirli sosyal, ekonomik ve politik hedeflere ulaşmayı amaçlayan stratejik bir tasarım yaklaşımıdır. Ancak bu stratejinin arka planı yalnızca güvenlik, düzen veya estetik kaygılarla açıklanamaz; aksine, neoliberal kent yönetiminin temel mantığıyla doğrudan ilişkilidir.

Neoliberal politikalar, kamusal alanları görünürde herkesin kullanımına açık bırakırken, gerçekte bu alanların işlevlerini ve kullanıcı profillerini sermaye birikimi, turizm çekiciliği ve tüketim odaklı hedeflere uyumlu olacak şekilde biçimlendirir. Bu biçimlendirme süreci, kamusal alanın tasarım, yönetim ve kullanım pratiklerinde seçici bir kapsama mekanizması yaratır. Böylece düşman mimarlık, kamusal mekânın “değerini koruma” söylemi altında meşrulaştırılan, ancak toplumsal dışlamayı ve mekânsal ayrışmayı pekiştiren bir araç hâline gelir.

Foucault’nun yönetimsellik perspektifinden bakıldığında, bu durum, iktidarın doğrudan baskı veya yasaklama yoluyla değil, mekânın organizasyonu aracılığıyla davranışları yönlendirme ve belirli toplumsal grupları görünmez biçimde dışlama kapasitesinin bir örneğidir. Londra’daki South Bank bölgesinde kaykaycıları uzaklaştırmak için yerleştirilen metal çıkıntılar, Paris’te metro girişlerinde evsizlerin uyumasını engelleyen eğimli yüzeyler veya İstanbul’da lüks konut projeleri çevresinde kamusal oturma alanlarının tamamen kaldırılması, bu stratejinin somut uygulamalarıdır.

Dolayısıyla düşman mimarlık, neoliberalizmin mekânsal tezahürlerinden biri olarak, kentsel mekânı ekonomik getiri, güvenlik ve düzen hedeflerine göre yeniden tanımlar. Bu süreç, kamusal alanın demokratik işlevini aşındırırken, aynı zamanda mekânsal adaletsizliklerin sürekliliğini sağlar.

## ÖRNEK VAKA ÇALIŞMASI

Bu Çalışmanın vaka incelemeleri, neoliberal politikaların kamusal alan üzerinde belirgin etkiler yarattığı ve düşman mimarlığın gözlemlenebilir örneklerine sahip üç şehir üzerinden yürütülmüştür:

- İstanbul: Kentsel dönüşüm alanları, lüks konut bölgeleri ve yenilenmiş meydan düzenlemeleri.
- Londra: South Bank, Leicester Square ve POPS (Privately Owned Public Spaces) örnekleri.
- Paris: Metro girişleri, Yaya geçişleri

### İstanbul Örnekleri

#### Galataport Çevresi – Kamusal Alanın Yarı-Özel Hale Dönüşmesi

Galataport, İstanbul'un Karaköy kıyı şeridinde yer alan ve kamusal erişim söylemi ile tanıtılan büyük ölçekli bir kıyı düzenleme projesidir. Ancak proje, gerçekte yarı-özel bir yönetim modeline sahiptir. Kamusal alan görünümü kıyı şeridi, özel güvenlik ve kamera sistemleriyle sürekli denetim altındadır. Oturma alanlarının tasarımında, uzun süreli oturmayı engelleyecek dar ve bölmeli banklar kullanılmış; bazı bölgelere yalnızca belirli saatlerde erişim mümkün kılınmıştır (Görsel 1). Bu düzenleme, hem mekânın turistik ve ticari değerini koruma hem de istenmeyen kullanıcı gruplarını caydırma amacını taşımaktadır.



*Görsel 1. Görsel 1. Galataport kıyı şeridinde dar ve bölmeli oturma bankları.  
Korkut, C. (2023).*

#### Taksim Meydanı Yenileme Projesi – Kontrol ve Gözetim Odaklı Tasarım

Taksim Meydanı'nın 2013 sonrası yenileme sürecinde, meydanın açık alanları genişletilmiş, ancak oturma alanlarının sayısı ciddi biçimde azaltılmıştır. Meydanda gözetim kameralarının sayısı artırılmış, güvenlik noktaları stratejik biçimde yerleştirilmiştir (Görsel 2). Bu düzenleme, meydanda toplanma ve uzun süreli vakit geçirme pratiklerini sınırlandırmakta; alanın daha çok geçiş ve turistik etkinliklere uygun bir "akış mekânı" olarak işlenmesini sağlamaktadır.



*Görsel 2. Yaya kontrolü sağlanarak yeniden tasarlanan Taksim Meydanının kuşbakışı görünümü. Engelsberg Ideas. (2023).*

## **Londra Örnekleri**

### **South Bank – Anti-Skate Tasarım Stratejileri**

Londra'nın South Bank bölgesi, özellikle kaykaycıların uzun yıllar kullandığı alanlardan biridir. Ancak son yıllarda bölgedeki kentsel mobilyalara metal çıkıntılar (skate stoppers) eklenmiş, oturma alanları eğimlendirilmiş ve kaykay kullanımını zorlaştıracak yüzey kaplamaları uygulanmıştır (Görsel 3). Bu müdahaleler, bölgenin kültürel ve turistik cazibesini “kontrollü” bir biçimde sürdürme amacı taşırken, yerel gençlerin mekânı kullanma biçimlerini sınırlamaktadır.



*Görsel 3. Londra'da kaykaycılarının kaymasını önleme amaçlı yapılan banklar. Baynes, C. (2018, January 30)*

### **Canary Wharf POPS – Yarı-Özel Kamusal Alan Politikaları**

Canary Wharf, Londra'daki en bilinen POPS (Privately Owned Public Spaces) örneklerinden biridir. Alanın dış görünümü kamusal olsa da özel güvenlik, belirli etkinlik yasakları ve fotoğraf çekim

kısıtlamaları gibi kurallar uygulanmaktadır (Görsel 4). Bu durum, görünürde herkese açık olan mekânın, özel sermaye mantığıyla yönetildiğini gösterir.



*Görsel 4. Canary Wharf içindeki açık plaza ve oturma alanları.  
group.canarywharf.com*

### **Paris Örnekleri**

#### **Evsizlere Karşı Çivili Yollar Kullanımı (Paris Metro / Sokak Kenarları)**

Paris'te belirli sokak ve metro çevrelerinde kullanılan metal çiviler ,evsiz bireylerin sokakta uzun süre kalmalarını veya dinlenmelerini görünmez biçimde engelleyen bir düşman mimarlık örneğidir. Bu strateji, neoliberal yönetimselliğin fiziksel bir tezahürü olarak işlev görmektedir (Görsel 5)



*Görsel 5. Paris 'de evsizlere yönelik geliştirilmiş çivili yollar.  
Chellew, C. (2019).*

#### **Metal Bariyerler (Yaya Alanları)**

Paris'te kullanılan metal bariyerlerin bulunduğu alanlar, özellikle yaya geçitleri ve bina girişleri gibi yerlerde rijit bir fiziksel sınır oluşturarak durmayı, toplanmayı veya barınmayı zorlaştırır. Bu müdahale, kamusal alanın niceliksel değil, niteliksel kontrolüne aracılık eden bir düşman mimarlık uygulamasıdır (Görsel 6).



Görsel 6. Paris’de metro ve bazı yapıların girişlerinde yer alan silindirik bariyerler. Schleiner, J.-C. (2018, August 21).

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma, neoliberal kentsel politikaların kamusal alan tasarımına ve kullanımına etkilerini, Foucault’nun yönetimsellik kavramı çerçevesinde irdeleyerek, düşman mimarlığın bu süreçteki rolünü ortaya koymuştur. İstanbul, Londra ve Paris örnekleri, farklı sosyo-kültürel bağlamlara rağmen benzer mekânsal stratejilerin kullanıldığını, bu stratejilerin ise küresel neoliberal kent mantığının mekânsal düzeydeki yansımaları olduğunu göstermektedir.

Elde edilen bulgulara göre düşman mimarlık:

1. **Fiziksel Düzeyde:** Bank tasarımları, yüzey eğimleri, metal çıkıntılar ve bariyerler gibi küçük ölçekli tasarım müdahaleleri aracılığıyla istenmeyen davranışları caydırmaktadır.
2. **Yönetimsel Düzeyde:** Yarı-özel kamusal alan yönetim modelleri, görünürde herkese açık mekânların fiilen seçici erişim rejimleri ile işletilmesine neden olmaktadır.
3. **Söylemsel Düzeyde:** Güvenlik, düzen, estetik ve yatırım değeri söylemleri, bu mekânsal kısıtlamaların meşrulaştırılmasında anahtar rol oynamaktadır.

Foucault’nun yönetimsellik perspektifi, bu uygulamaların yalnızca “sert” yasaklama ve fiziksel engellemelerden ibaret olmadığını; aynı zamanda bireylerin kendi davranışlarını piyasa, güvenlik ve düzen rasyonalitesi çerçevesinde uyarlamalarını sağlayan “yumuşak” kontrol biçimleri olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda kamusal alanların tasarımlarında;

- **Kapsayıcı Tasarım İlkeleri:** Kamusal alan tasarımında, tüm kullanıcı gruplarının ihtiyaçlarını gözetken, sosyal kapsayıcılığı artıran mobilya ve mekân çözümlerine öncelik verilmelidir.
- **Katılımcı Mekân Politikaları:** Yerel halk, sivil toplum kuruluşları ve tasarımcıların karar alma süreçlerine etkin katılımı sağlanmalıdır.
- **Şeffaf Yönetim:** Yarı-özel kamusal alanlarda erişim kuralları, yönetim modelleri ve denetim mekanizmaları açık biçimde kamuoyuyla paylaşılmalıdır.

- **Toplumsal Farkındalık:** Düşman mimarlık pratikleri üzerine yapılan araştırmalar, kamuoyunun bu uygulamalara yönelik farkındalığını artırmalı ve alternatif tasarım yaklaşımlarına ilham vermelidir.

Sonuç olarak, kamusal alanın demokratik işlevini korumak, yalnızca fiziksel mekânın erişilebilirliği ile değil; aynı zamanda mekânsal politikaların, tasarım kararlarının ve yönetim modellerinin kapsayıcı, adil ve şeffaf olmasına bağlıdır.

## KAYNAKÇA

Baynes, C. (2018, January 30). *Council branded 'inhumane' after installing metal bars on benches to stop homeless people sleeping on them* [Photograph]. *The Independent*. Retrieved from <https://www.independent.co.uk/news/uk/home-news/bournemouth-council-installs-metal-bars-benches-homeless-rough-sleepers-inhumane-crisis-stuart-semple-a8186121.html>

Big Issue. (2021, May 10). How anti-homeless architecture excludes rough sleepers. <https://www.bigissue.com/news/how-anti-homeless-architecture-excludes-rough-sleepers>

Canary Wharf Group plc. (n.d.). *Canada Square Park and open spaces at Canary Wharf* [Photograph]. Retrieved from <https://group.canarywharf.com/portfolio-and-places/open-spaces/>

Chellew, C. (2019). *Inherently hostile anti-loitering spikes (Paris, France)* [Photograph]. *Canadian Journal of Urban Research*, 28(1), 19–33. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/334139026\\_Defending\\_Suburbia\\_Exploring\\_the\\_Use\\_of\\_Defensive\\_Urban\\_Design\\_Outside\\_of\\_the\\_City\\_Centre](https://www.researchgate.net/publication/334139026_Defending_Suburbia_Exploring_the_Use_of_Defensive_Urban_Design_Outside_of_the_City_Centre)

Çelik, Z., & Keyder, Ç. (2010). *Istanbul: Between the global and the local*. Rowman & Littlefield.

Engelsberg Ideas. (2023). *Taksim Square in Istanbul from above* [Photograph]. Retrieved from <https://engelsbergideas.com/notebook/the-fight-for-the-heart-of-istanbul/>

Foucault, M. (1991). Governmentality. In G. Burchell, C. Gordon, & P. Miller (Eds.), *The Foucault effect: Studies in governmentality* (pp. 87–104). University of Chicago Press.

Foucault, M. (2008). *The birth of biopolitics: Lectures at the Collège de France, 1978–1979*. Palgrave Macmillan.

Harvey, D. (2005). *A brief history of neoliberalism*. Oxford University Press.

La Tribune de l'Art. (2020, November 22). L'aménagement touristique autour du Pont Neuf. <https://www.latribunedelart.com>

Lefebvre, H. (1991). *The production of space*. Blackwell.

Mitchell, D. (2003). *The right to the city: Social justice and the fight for public space*. Guilford Press.

Oc, T., & Tiesdell, S. (1997). *Safer city centres: Reviving the public realm*. Paul Chapman.



Petty, J. (2016). The London spikes controversy: Homelessness, urban securitisation and the question of 'hostile architecture'. *International Journal for Crime, Justice and Social Democracy*, 5(1), 67–81. <https://doi.org/10.5204/ijcjsd.v5i1.286>

Schleiner, J.-C. (2018, August 21). *Bollards in a covered corner next to the entrance of a Carrefour supermarket in Paris* [Photograph]. The Guardian. Retrieved from <https://www.theguardian.com/cities/gallery/2018/aug/21/hostile-architecture-an-uncomfortable-urban-art-in-pictures>



# FEN VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ



## The Nonlinear Schrödinger Equation Derived from the higher order Kaup-Kupershmidt (KK) Equation Using Multiple Scales Method

Murat KOPARAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>mkoparan@anadolu.edu.tr; Anadolu University Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Eskişehir / Türkiye.

---

### Özet

Birçok bilim dalında ortaya çıkan problemlerin matematiksel modelleri doğrusal olmayan oluşum denklemleridir (NLEE). Bu nedenle, doğrusal olmayan oluşum denklemleri birçok mühendislik ve bilimsel problemin formüle edilmesinde bir dil olarak hizmet etmiştir. Doğrusal olmayan oluşum denklemlerinin kökeni çok eski zamanlara dayansa da günümüze kadar bu denklemlerde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bu durumun temel nedeni, doğrusal olmayan oluşum denklemlerinin doğrusal olmayan dalga yayılımı problemini içermesidir. Bu nedenle, doğrusal olmayan evrim denklemleri ve çözüm yöntemleri konusunda birçok farklı ve etkili teknik geliştirilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, oluşum denklemlerinin uygulamalı matematikte giderek daha önemli hale geldiğini göstermektedir. Bu çalışma, doğrusal olmayan oluşum denklemleri (NLEE) için pertürbasyon yöntemi olarak bilinen çok ölçekli açılım metodu hakkındadır. Bu raporda, çoklu ölçek yöntemi (1 + 1) boyutlu yüksek mertebeden doğrusal olmayan Kaup-Kupershmidt (KK) denklemlerine analizi için uygulanmış ve doğrusal olmayan Schrödinger (NLS) denklemi elde edilmiştir. Ayrıca, (1 + 1) boyutlu yüksek mertebeli doğrusal olmayan Kaup-Kupershmidt (KK) denkleminin yaklaşık çözümü elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çok Ölçekli Açılım Metodu, KdV Denklemi, NLS Denklemi, Kaup-Kupershmidt Denklemi.

---

### Abstract

The mathematical models of problems that arise in many branches of science are nonlinear equations of evolution (NLEE). For this reason, nonlinear equations of evolution have served as a language in formulating many engineering and scientific problems. Although the origin of nonlinear evolution equations dates back to ancient times, significant developments have been made in these equations up to the present day. The main reason for this situation is that nonlinear equations of evolution involve the problem of nonlinear wave propagation. Therefore, many different and effective techniques have been developed regarding nonlinear evolution equations and solution methods. Studies conducted in recent years show that evolution equations are becoming increasingly important in applied mathematics. This study is about the multiple scales methods, known as the perturbation method, for nonlinear equations of evolution (NLEE). In this report, the multiple scales method was applied for the analysis of the (1 + 1) dimensional higher-order nonlinear Kaup-Kupershmidt (KK) equations, and the nonlinear Schrödinger (NLS) equation was obtained. Also, the approximate

solution of the  $(1 + 1)$  dimensional higher-order nonlinear Kaup-Kupershmidt (KK) equation is obtained.

**Keywords:** Multiple scales method, KdV equation, NLS type equations, Kaup-Kupershmidt (KK) equation.

---

## INTRODUCTION

The Korteweg-de Vries (KdV) equation was derived in various physical contexts. The Korteweg-de Vries (KdV) equation can also be used to model the one-sided breeding of small-amplitude, long-wavelength gravity waves in a shallow channel. In all cases, the Korteweg-de Vries (KdV) equation is attained at a definite approximation degree, so it can't be accepted that it represents physical reality with perfect accuracy. Thus, one important question that emerges is what happens to the solutions of Korteweg-de Vries (KdV) when perturbations, resulting from the terms neglected in its derivation, are applied. For example, whether the perturbed Korteweg-de Vries (KdV) equation has a solitary-wave-type solution can be asked. The answer would be related to the physical origin and nature of the perturbation. The theory of nonlinear dispersive wave motion has recently undergone much study. We do not attempt to characterize the general form of nonlinear dispersive wave equations (Debnath L. 1997) (Wazwaz A. M. 2002) (Wazwaz, A. M. 2008). Nonlinear phenomena play a crucial role in applied mathematics and physics (Groves M. D. 2004) (Ablowitz M.J. 2011) (Hong Y. Kwak C. and C. Yang (2022).

The multiple scales analysis of the Korteweg-de Vries (KdV) equation causes the Nonlinear Schrödinger (NLS) equation for the regulated amplitude to be widely known (Zakharov V, Kuznetsov E.A. 1986) (Calegora S. F, Degasperis A, Xiaosdo Ji. 2001) (Osborne A. R, Boffetta G. A. 1991). In (Zakharov V, Kuznetsov E.A. 1986) indicated a much deeper correspondence between these integrable equations not only at the level of the equation, but also at the level of the linear spectral problem by showing that a multiple scales analysis of the Schrödinger spectral problem leads to the Zakharov-Shabat problem for the Nonlinear Schrödinger (NLS) equation.

## MULTIPLE SCALES METHOD

In this section, we consider the application of the multiple scales method to NEEs. Using the technique of Zakharov and Kuznetsov, getting the NLS-type equations from KdV-type equations was shown step by step.

Let us consider the general evolution equation in the following form.

$$u_t = K(u, u_x, u_y, \dots) \quad (1)$$

where  $K[u]$  is a function of  $u$  and its derivatives with respect to the  $x$ -spatial variables. The well-known example of this type is the KdV equation.

Let  $L[\partial_x, \partial_y]u$  be the linear part of  $K[u]$ . So, using  $K[u]$  we can reach the dispersion relation for the Eq. (1). Substituting the wave solution space

$$\begin{aligned} u_k &= Ae^{i(kx+ry-\omega(k,r)t)} \\ &\equiv Ae^{i\theta} \end{aligned} \quad (2)$$

into the linear part of Eq. (1)

$$u_t = L[\partial_x, \partial_y]u \quad (3)$$

we get the dispersion relation

$$\omega(k, r) = iL[ik, ir] \quad (4)$$

Then, the dispersion relation (4) is substituted in Eq. (1). We assume the following series expansions for the solution of Eq. (1):

$$u(x, y, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \varepsilon^n U_n(x, t, \xi, \tau) \quad (5)$$

Based on this solution, we also define slow space  $\xi$  and multiple time variable  $\tau$  with respect to the scaling parameter  $\varepsilon > 0$ , respectively, as follows.

$$\begin{aligned} \xi &= \varepsilon \left( x - \frac{d\omega(k, r)}{dk} t \right) \\ \tau &= -\frac{1}{2} \varepsilon^2 \left( \frac{d^2\omega(k, r)}{dk^2} \right) t \end{aligned} \quad (6)$$

A nonlinear equation modulates the amplitude of this plane wave solution in such a way that may consider it dependent upon the slow variables. If we choose the slow variables' different forms, we can derive higher-order NLS equations. The multiple scales analysis starts with the assumption:

$$u(x, y, t) = U(x, y, t, \xi, \tau) \quad (7)$$

and the solution is in the form



$$U(x, y, t, \xi, \tau) = (\varepsilon U_1 + \varepsilon^2 U_2 + \varepsilon^3 U_3 + \dots) \quad (8)$$

Then, considering transformation (7) and solution (8), using dispersion relation (4) and slow variables (6), we get  $u$  and its derivatives with respect to  $\varepsilon$  in Eq. (1). And we substitute these terms with (7) and (8) in the Eq. (1). Collecting all terms with the same order of  $\varepsilon$  together, the left-hand side of Eq. (1) is converted into a polynomial in  $\varepsilon$ . Then setting each coefficient of this polynomial to zero, we get a set of algebraic equations. Using wave solution space (2) and dispersion relation (4), these equations can be solved by iteration and by use of Maple. So, we can get NLS type equations from Eq. (1). Also, from this procedure, we can reach numerical solutions of KdV type equations.

## APPLICATIONS

Now, let us consider the following seventh-order Kaup-Kupershmidt (KK) equation in the form [8],

$$u_t = u_{xxxxxx} + 42uu_{xxxx} + 147u_x u_{xxx} + 252u_{xx} u_{xx} + 504u^2 u_{xx} + 2268uu_x u_{xx} + 630u_x^3 + 2016u^3 u_x \quad (9)$$

where  $u_{kx}$  denotes the partial derivative  $\partial^k u / \partial x^k$ .

In this section, we apply the multiple scales method to  $(1+1)$  the dimensional Kaup-Kupershmidt (KK) equation (9).

To find the dispersion relation for (9), we consider the linear part of (9) in the form

$$u_t = u_{xxxxxx} \quad (10)$$

and linear differential equation (10) satisfies the solution

$$u(x, t) = e^{i\theta}, \theta = kx - w(k)t \quad (11)$$

Substituting the solution (11) into the linear differential equation (10), we get

$$we^{i(kx-wt)} = k^7 e^{i(kx-wt)} \quad (12)$$

and from this, we reach the

$$w(k) = k^7 \quad (13)$$

dispersion relation. Thus, the solution of linear differential equation (10) is as follows:

$$u(x, t) = e^{i(kx-k^7 t)} \quad (14)$$

Let the solution of Eq. (9) be in the form

$$u(x,t) = U(x,t,\xi,\tau) \quad , \quad U(x,t,\xi,\tau) = \varepsilon U_1 + \varepsilon^2 U_2 + \varepsilon^3 U_3 + \dots \quad (15)$$

and slow variables are in the form

$$\begin{aligned} \xi &= \varepsilon \left( x - \frac{dw(k)}{dk} t \right) \\ &= \varepsilon (x - 7k^6 t) \\ \tau &= -\frac{1}{2} \varepsilon^2 \left( \frac{d^2 w(k)}{dk^2} t \right) \\ &= -21 \varepsilon^2 k^5 t \end{aligned} \quad (16)$$

Then, taking into account the transformation (9) and the solution (15), using the dispersion relation (14) and the slow variables (16), we obtain  $u$  and its derivatives with respect to  $\varepsilon$  in Eq. (9). We replace these terms with (14) and (15) in the Eq. (9). By adding together all terms with the same  $\varepsilon$ -order, the left-hand side of Eq. (9) is turned into a polynomial in  $\varepsilon$ . After setting each coefficient of this polynomial equal to zero, we obtain a set of algebraic equations. If we let  $\varepsilon \rightarrow 0$  and vanish the terms at minimal powers of epsilon, by considering the case  $n \geq 1$  we obtain the following:

$$\varepsilon : u_{1t} + u_{1xxxxxx} = 0 \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon^2 : u_{2t} - 7k^6 u_{1\xi} - u_{2xxxxxx} - 7u_{1xxxxx\xi} - 42u_1 u_{1xxxxx} - 147u_{1x} u_{1xxxx} \\ - 252u_{1xx} u_{1xxx} = 0 \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon^3 : u_{3t} - 7k^6 u_{2\xi} - 21k^5 u_{1\tau} - u_{3xxxxxx} - 7u_{2xxxxx\xi} \\ - 21u_{1xxxxx\xi} - 42u_1 (u_{2xxxx} + 5u_{1xxx\xi}) - 42u_2 u_{1xxxx} \\ - 147u_{1x} (u_{2xxx} + 4u_{1xx\xi}) - 147(u_{2x} + u_{1\xi}) u_{1xxx} \\ - 252u_{1xx} (u_{2xx} + 3u_{1x\xi}) - 252(u_{2xx} + 2u_{1x\xi}) u_{1xxx} \\ - 504u_1^2 u_{1xxx} - 2268u_1 u_{1x} u_{1xx} - 630u_{1x}^3 = 0 \end{aligned} \quad (19)$$

Then, we can find the solution to (17) as follows

$$u_1(x,t,\xi,\tau) = v_1(\xi,\tau) e^{i(kx-k^7 t)} + v_{-1}(\xi,\tau) e^{-i(kx-k^7 t)} \quad (20)$$

where  $v_{-1}$  is the complex conjugate of  $v_1$ . Substituting the solution (20) into (18), the solution of (18) is in the form,

$$u_2(x, t, \xi, \tau) = v_2(\xi, \tau)e^{2i(kx-k^7t)} + v_{-2}(\xi, \tau)e^{-2i(kx-k^7t)} + f_1(\xi, \tau) \quad (21)$$

where  $f_1(\xi, \tau)$  is integration constant. Thus, we get

$$v_2(\xi, \tau) = \frac{7v_1^2(\xi, \tau)}{2k^2}, \quad v_{-2}(\xi, \tau) = \frac{7v_{-1}^2(\xi, \tau)}{2k^2} \quad (22)$$

where  $v_{-1}$  is the complex conjugate of  $v_1$  and  $v_{-2}$  is the complex conjugate of  $v_2$ . Substituting solutions (19), (21), and (22) into (19), we find the solution of (19) in the form

$$\begin{aligned} u_3(x, t, \xi, \tau) = & v_3(\xi, \tau)e^{3i(kx-k^7t)} + v_{-3}(\xi, \tau)e^{-3i(kx-k^7t)} \\ & + f_2(\xi, \tau)e^{2i(kx-k^7t)} + f_3(\xi, \tau)e^{-2i(kx-k^7t)} \end{aligned} \quad (23)$$

where  $f_2(\xi, \tau)$  and  $f_3(\xi, \tau)$  are integration constants. Then we get

$$v_3(\xi, \tau) = \frac{39v_1^3(\xi, \tau)}{4k^4}, \quad v_{-3}(\xi, \tau) = \frac{39v_{-1}^3(\xi, \tau)}{4k^4} \quad (24)$$

and

$$\begin{aligned} f_1(\xi, \tau) &= \frac{-6v_1v_{-1}}{k} \\ f_2(\xi, \tau) &= \frac{-7iv_{-1}v_{-1}\xi}{k^3} \\ f_3(\xi, \tau) &= \frac{7iv_1v_1\xi}{k^3} \end{aligned} \quad (25)$$

where  $v_{-3}$  and  $f_3$  are the complex conjugates of  $v_3$  and  $f_2$  respectively. Thus, the solutions of (17) - (19) are obtained as

$$\begin{aligned} u_1 &= v_1(\xi, \tau)e^{i\theta} + v_{-1}(\xi, \tau)e^{-i\theta} \\ u_2 &= k^{-1}(-6v_1(\xi, \tau)v_{-1}(\xi, \tau) + v_1^2(\xi, \tau)e^{2i\theta} + v_{-1}^2(\xi, \tau)e^{-2i\theta}) \\ u_3 &= k^{-3}(-7iv_{-1}(\xi, \tau)v_{-1}\xi(\xi, \tau)e^{-2i\theta} + 7iv_1(\xi, \tau)v_1\xi(\xi, \tau)e^{2i\theta}) \\ &+ \frac{39}{4}k^{-4}(v_1^3(\xi, \tau)e^{3i\theta} + v_{-1}^3(\xi, \tau)e^{-3i\theta}) \end{aligned} \quad (26)$$

where

$$\theta = (kx - k^7t) \quad (27)$$

Finally, substituting the solutions (26) into (19), we get



$$iv_{1\tau} = v_{1\xi\xi} - \frac{2}{k^2} v_1 v_{-1}$$

$$iv_{1\tau} = v_{1\xi\xi} - \frac{2}{k^2} v_1 |v_1|^2 \quad (28)$$

Describing as  $q = \frac{v_1}{k}$  and  $q_{-1} = \frac{v_{-1}}{k}$  (28) equation we get the  $(1+1)$ -dimensional NLS type equations in the form

$$iq_{\tau} = q_{\xi\xi} - 2q|q|^2 \quad (29)$$

## RESULTS AND DISCUSSIONS

The multiple scales method, which is a perturbation method, is used to find approximate solutions of nonlinear evolution equations. This method allows us to find the solution of the given nonlinear equation depending on the solution of the linear part by using multiple scales, which are defined as the slow variables and depend on a parameter, in time and space variables. First, Zakharov and Kuznetsov showed that integrable systems can be reduced to other integrable systems using this method. If the initially taken system is not integrable, it is seen that the reduced system is either integrable or non-integrable as a result of the application of the method. However, if the method is applied to an integrable system, it is seen that the system obtained as a result of the analysis is always integrable. This is the main purpose of applying the multiple scales methods to integrable systems. In this study, we examined how only NLS-type equations are derived from Kaup-Kupershmidt (KK) equations using the multiple scales method. We hope this conclusion serves as a valuable resource for researchers, scientists, and engineers interested in nonlinear wave theory, inspiring a deeper desire to explore further and reveal the mysteries still held within the intricate language of the NLS equation. At the same time, we think that the obtained results will form the basis of numerical calculations. Also, the method can be applied to many different NLEE equations.

## REFERENCES

- Debnath L. (1997). Nonlinear Partial Differential Equations for Scientists and Engineers. Boston: Birkhauser.
- Wazwaz A. M. (2002). Partial Differential Equations: Methods and Applications. Rotterdam: Balkema.
- Wazwaz, A. M. (2008). The kdv equation. Handbook of Differential Equations: Evolutionary Equations, 4, 485-568.
- Groves M. D. (2004). Study of Water Waves, J. Nonlinear Math. Phys. Vol. 11, 435–460.
- Ablowitz M.J. (2011). Nonlinear Dispersive Waves: Asymptotic Analysis and solitons, Cambridge University Press, New York.
- Hong Y. Kwak C. and C. Yang (2022). Strichartz estimates for higher-order Schrödinger equations and their applications. J. Differential Equations, 324:41–75.
- Zakharov V, Kuznetsov E.A. (1986). Multiscale expansions in the theory of systems integrable by the inverse scattering transform. Physica D 18, 455-63.



Calegora S. F, Degasperis A, Xiaosdo Ji. (2001). Nonlinear Schrödinger-type equations from multiscale reduction of PDEs I. Systematic derivation. J Math Phys 42, 2635-2652.

Osborne A. R, Boffetta G. A. (1991). Summable multiscale expansion for the KdV equation. In: Degasperis A, Fordy AP, Lakshmanan M, editors. Nonlinear evolution equations. Integrability and spectral Methods. MUP, Manchester and New York, 559-571.

## **Baharatlarda Mikotoksin Kontaminasyonu: Kaynaklar, Riskler ve Kontrol Stratejileri**

**Adil Nezh KAYISOGLU<sup>1</sup>, Çağla KAYISOGLU<sup>2,4</sup>, Bulent KABAK<sup>3,4</sup>**

<sup>1</sup>E-mail: nezih@adilkayisoglu.com; Hitit Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çorum /Türkiye.

<sup>2</sup>E-mail: caglakayisoglu@hitit.edu.tr; Hitit Üniversitesi, Bilimsel Teknik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Çorum/Türkiye.

<sup>3</sup>E-mail: bulentkabak@hitit.edu.tr; Hitit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Çorum/Türkiye.

<sup>4</sup>E-mail: Hitit Üniversitesi Gıda Güvenliği, Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi, Çorum/Türkiye

---

### **Özet**

Bu derleme çalışmasının amacı, baharatlarda mikotoksin kontaminasyonuna yol açan başlıca kaynakları, bu kontaminasyonun insan sağlığı üzerindeki potansiyel risklerini ve mevcut kontrol stratejilerini bilimsel literatür ışığında değerlendirmektir. Baharatlar; sahip oldukları aromatik, antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri nedeniyle hem evsel hem de endüstriyel düzeyde yaygın olarak tüketilen tarımsal ürünlerdir. Ancak üretim, kurutma, depolama ve taşıma gibi süreçlerdeki hijyenik yetersizlikler, özellikle *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* türü küflerin gelişimine elverişli ortamlar oluşturarak mikotoksin üretimini tetikleyebilmektedir. Baharatlarda en yaygın görülen mikotoksinlerden biri olan aflatoksin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>), Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) tarafından Grup 1 karsinojen olarak sınıflandırılmakta olup, karaciğer hasarı, bağışıklık sistemi baskılanması ve kanser gibi ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Bu kapsamda derleme, mikotoksinlerin baharatlarda oluşum mekanizmalarını, tüketici sağlığına yönelik etkilerini ve kontaminasyonunun önlenmesine yönelik fiziksel, kimyasal ve biyolojik kontrol yöntemlerini sistematik bir şekilde ele alarak, gıda güvenliğini sağlamaya yönelik bütüncül bir bakış açısı sunmayı amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Aflatoksin B<sub>1</sub>, baharat, gıda güvenliği, kontrol stratejileri

---

### **Abstract**

The aim of this review study is to evaluate the main sources of mycotoxin contamination in spices, the potential risks of this contamination on human health, and the current control strategies in light of scientific literature. Spices are agricultural products that are widely consumed at both domestic and industrial levels due to their aromatic, antimicrobial, and antioxidant properties. However, hygienic deficiencies in processes such as production, drying, storage, and transportation can create favorable environments for the growth of molds, particularly *Aspergillus*, *Penicillium*, and *Fusarium* species,

thereby triggering mycotoxin production. One of the most common mycotoxins found in spices, aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>), is classified as a Group 1 carcinogen by the International Agency for Research on Cancer (IARC) and can cause serious health issues such as liver damage, immune system suppression, and cancer. Within this scope, the study aims to provide a comprehensive perspective on food safety by systematically addressing the formation mechanisms of mycotoxins in spices, their effects on consumer health, and physical, chemical, and biological control methods for preventing contamination.

**Keywords:** Aflatoxin B<sub>1</sub>, spices, food safety, control strategies

---

## GİRİŞ

Baharatlar, bitkilerin tohum, kabuk, kök, meyve veya çiçek gibi kısımlarından elde edilen aromatik ve lezzet verici maddelerdir. Genellikle gıda ürünlerinin tat, koku ve raf ömrünü artırmak amacıyla kullanılırlar (Al-Habsi et al., 2025). Baharatların tarihsel önemi, sadece mutfak kültürleriyle sınırlı kalmayıp aynı zamanda tıbbi ve koruyucu amaçlarla da kullanılmış olmalarından kaynaklanmaktadır. Zengin fenolik bileşikleri sayesinde antioksidan, antimikrobiyal ve antiinflamatuvar özellik göstererek insan sağlığına olumlu katkılar sağlarlar (Babu et al., 2025). Özellikle karanfil, zerdeçal ve zencefil gibi baharatların serbest radikallerle mücadelede etkili olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, baharatlar çeşitli kontaminantlar açısından da risk taşıyabilir. Uygun olmayan kurutma, depolama ve işleme koşulları mikotoksin oluşumuna, özellikle aflatoksin (AF) ve okratoksin A (OTA) kontaminasyonuna neden olabilir (Kabak et al., 2006). Bu toksinler karaciğer ve böbrek hasarı, immün sistem baskılanması ve kansere kadar uzanan ciddi sağlık sorunlarıyla ilişkilidir (IARC, 2012). Ayrıca baharatlarda pestisit kalıntıları, ağır metaller ve mikrobiyolojik bulaşmalar da gıda güvenliği açısından önemlidir (EFSA, 2020). Bu nedenle, baharatların üretiminden tüketime kadar her aşamada izlenebilirlik ve kalite kontrol süreçleri büyük önem taşımaktadır. Güvenli ve kaliteli baharat üretimi, hem halk sağlığını korumak hem de sürdürülebilir gıda zincirini desteklemek açısından kritik bir unsurdur.

Baharatlar; aromatik özellikleri, koruyucu etkileri ve fonksiyonel bileşen içerikleri nedeniyle dünya genelinde hem evsel hem de endüstriyel düzeyde yaygın olarak kullanılan tarımsal ürünlerdir. Ancak üretim, kurutma, depolama ve taşıma gibi aşamalarda karşılaşılan hijyenik yetersizlikler, bu ürünleri mikotoksin kontaminasyonu açısından önemli bir gıda güvenliği problemi hâline getirmektedir. Mikotoksinler; başta *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* cinsine ait toksijenik küfler tarafından üretilen ve düşük konsantrasyonlarda bile toksik etkiler gösterebilen sekonder metabolitlerdir. Özellikle aflatoksin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>), baharatlarda sıklıkla karşılaşılan ve Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) tarafından Grup 1 karsinojen olarak sınıflandırılan bir bileşiktir. Baharatlardaki mikotoksin varlığı, sadece halk sağlığını tehdit etmekle kalmayıp aynı zamanda ihracat kısıtlamaları ve ekonomik kayıplar açısından da ciddi bir risk oluşturmaktadır (Thanushreevd., 2019). Bu derlemede, baharatlarda mikotoksin oluşumunun kaynakları, insan sağlığına yönelik riskleri ve kontaminasyonun önlenmesine yönelik güncel kontrol stratejileri sistematik olarak ele alınmaktadır.

### 1. BAHARATLARIN GIDA ZİNCİRİNDEKİ YERİ

Baharatlar, sahip oldukları aromatik, koruyucu ve sağlığı destekleyici özellikler nedeniyle hem evsel kullanımda hem de endüstriyel gıda üretiminde yaygın olarak kullanılan tarımsal ürünlerdir. Gıdalarda aroma verici olarak kullanılan baharatlar düşük miktarlarda tüketilmelerine rağmen biyolojik

olarak yoğun ve konsantre yapıda olmaları nedeniyle önemli sağlık riski oluşturabilmektedir. Ayrıca, birçok baharatın tropik ve subtropik iklim bölgelerinde üretilmesi ve küresel tedarik zinciri kapsamında uzun mesafelere taşınması, mikrobiyolojik ve kimyasal kontaminasyon açısından çeşitli kritik kontrol noktalarının oluşmasına neden olmaktadır (Carpena vd., 2024).

Baharatlar, büyük oranda Asya, Afrika ve Güney Amerika gibi tropik ve subtropik iklim kuşaklarında yetiştirilmektedir. Bu coğrafi bölgelerdeki üretim, iklimsel koşullar ve altyapı eksiklikleri nedeniyle hijyen ve kalite kontrol süreçleri açısından çeşitli zorluklar barındırmaktadır. Baharatların tedarik zinciri; hasat, ön kurutma, sınıflandırma ve ön temizleme, öğütme, paketleme, depolama ve taşıma gibi çok aşamalı süreçleri kapsamaktadır. Bu süreçlerin önemli bir bölümü, özellikle gelişmekte olan üretici ülkelerde, açık hava koşullarında ve kontrollü olmayan ortamlarda gerçekleştirilmektedir. Bu durum, başta mikotoksin üreten küfler olmak üzere çeşitli mikroorganizmalarla kontaminasyon riskini önemli ölçüde artırmaktadır.

Tedarik zinciri boyunca ürünler sık sık el değiştirmekte ve farklı aktörler tarafından işlenmektedir. Bu karmaşık yapı, izlenebilirlik mekanizmalarının uygulanmasını güçleştirmekte ve özellikle ihracata yönelik ürünlerde “tarladan sofraya” tam izlenebilirlik çoğu zaman sağlanamamaktadır. İzlenebilirliğin yetersiz olması, hem gıda güvenliği hem de uluslararası ticarete yasal uyumluluk açısından ciddi bir sorun teşkil etmektedir. Bu nedenle, baharat üretiminde sürdürülebilir kalite yönetimi için tedarik zinciri boyunca standartlara dayalı kontrol sistemlerinin kurulması ve izlenebilirliğin dijital teknolojilerle desteklenmesi büyük önem arz etmektedir.

### **1.1.Kurutma, Taşıma ve Depolama Koşullarının Önemi**

Baharatların kurutulması süreci çoğunlukla açık alanlarda ve doğal güneş ışığı altında gerçekleştirilmektedir. Ancak bu geleneksel yöntem; sıcaklık, nem ve hava koşullarının kontrolsüz olması nedeniyle toksijenik küf kontaminasyonunu teşvik edebilmektedir. Kurutma süresinin uzaması ve çevresel nem oranının yüksek seyretmesi, özellikle *Aspergillus flavus* ve *Penicillium* spp. gibi mikotoksin üreten küflerin gelişimini kolaylaştırmaktadır.

Depolama aşaması da kontaminasyon açısından kritik öneme sahiptir. Sıcaklığın 20–30 °C aralığında ve bağıl nemin %65’in üzerinde olduğu koşullar, mikotoksin üretimi için uygun bir mikroçevre oluşturmaktadır. Bu ortamda, fungal metabolik aktivite artarak ürün kalitesini ve güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, yetersiz havalandırma, geçirgen veya hasar görmüş ambalaj malzemeleri ve ürünlerin yığın halinde depolanması gibi uygulamalar, bu riski daha da artırmaktadır. Dolayısıyla, hem kurutma hem de depolama süreçlerinde çevresel parametrelerin sıkı şekilde izlenmesi ve kontrol altına alınması, mikotoksin oluşumunun önlenmesi açısından temel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir (Costa vd., 2019; Syamilah vd., 2022).

### **1.2.Baharatların Yapısı, Su Aktivitesi ve Mikotoksin Gelişimi**

Baharatlar genellikle düşük su aktivitesine ( $a_w < 0.70$ ) sahip olmaları nedeniyle mikrobiyal gelişim açısından görece güvenli gıda maddeleri olarak değerlendirilmektedir. Ancak bu düşük  $a_w$  değeri, mikotoksin üretiminin tamamen engelleneceği anlamına gelmemektedir. Özellikle toz formundaki baharatlarda görülen homojen olmayan nem dağılımı, yerel olarak yüksek  $a_w$  bölgeleri oluşturarak toksijenik küflerin gelişimini ve mikotoksin sentezini teşvik edebilmektedir. Nitekim bazı *Aspergillus*

türlerinin,  $a_w$  0.78–0.82 gibi görece düşük nem koşullarında dahi AFB<sub>1</sub> gibi yüksek toksisiteye sahip bileşikler sentezleyebildiği bildirilmektedir (Kabak, 2009). Ayrıca baharatların lifli yapısı, yüksek yüzey alanı ve uçucu bileşen içeriği, bu küfler için elverişli bir besin matriksi oluşturarak mikrobiyal büyümeyi destekleyen kompleks bir ortam meydana getirmektedir (Syamilah vd., 2022).

Bu bağlamda, baharatların yalnızca mikrobiyal kontaminasyon değil, aynı zamanda mikotoksin üretimi açısından da düzenli olarak analiz edilmesi ve uygun fiziksel-kimyasal koşullar altında işlenip muhafaza edilmesi gerekmektedir.

## **2. BAHARATLARDA YAYGIN MİKOTOKSİN TÜRLERİ**

### **2.1.Aflatoksin**

AF'ler, başta *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* olmak üzere çeşitli *Aspergillus* türleri tarafından üretilen ikincil metabolitlerdir ve genellikle sıcak, nemli iklimlerde yetiştirilen ya da uygun olmayan koşullarda depolanan gıda ürünlerinde oluşurlar. Bu toksinler özellikle kurutulmuş tarımsal ürünlerde önemli bir kontaminasyon kaynağı olup, baharatlar da bu açıdan yüksek risk taşıyan gıda grupları arasında yer almaktadır. AF'lerin dört tipi doğal olarak gıdalarda bulunur: AFB<sub>1</sub>, aflatoksin B<sub>2</sub> (AFB<sub>2</sub>), aflatoksin G<sub>1</sub> (AFG<sub>1</sub>) ve aflatoksin G<sub>2</sub> (AFG<sub>2</sub>). Bunlar arasında AFB<sub>1</sub> en toksik olanıdır ve IARC tarafından Grup 1 karsinojen olarak sınıflandırılmıştır; yani insanlar için karsinojen olduğu konusunda yeterli kanıt bulunmaktadır (IARC, 2012). AFB<sub>2</sub>, AFG<sub>1</sub> ve AFG<sub>2</sub> ise AFB<sub>1</sub>'e göre daha düşük toksisiteye sahiptir, ancak kronik maruziyet durumunda sağlık açısından ciddi riskler oluşturabilir (Pickova vd., 2020).

Baharatlar, üretim ve kurutma aşamalarında hijyenik olmayan koşullara maruz kalmaları ve yüksek yüzey alanları nedeniyle AF kontaminasyonuna oldukça açıktır. Özellikle kırmızı biber (pul ve toz), karabiber, zerdeçal ve zencefil gibi baharatlar, hem üretim bölgelerinin iklim özellikleri hem de işleme ve depolama koşullarının yetersizliği nedeniyle literatürde AF açısından yüksek riskli ürünler olarak tanımlanmıştır (Kabak, 2009; Pickova vd., 2020). Bu ürünlerde yapılan çok sayıda çalışmada, özellikle AFB<sub>1</sub>'in yüksek düzeylerde tespit edildiği ve birçok örneğin ulusal ve uluslararası maksimum limitleri (ML) aştığı rapor edilmiştir (FAO/WHO, 2018). Bu nedenle, baharat üretim zincirinde iyi tarım uygulamaları, uygun kurutma teknikleri ve etkili analiz yöntemlerinin entegrasyonu gıda güvenliği açısından kritik öneme sahiptir.

### **2.2.Okratoksin A**

OTA, mikotoksinler sınıfında yer alan ve özellikle *Penicillium verrucosum* ile *Aspergillus ochraceus* türleri tarafından üretilen toksik bir bileşiktir. Yapısal olarak bir izokumarin türevidir olan OTA, hem insan hem de hayvan sağlığı üzerinde ciddi olumsuz etkilere sahiptir. Özellikle hepatotoksik (karaciğer hasarı yapıcı) ve nefrotoksik (böbrek hasarı yapıcı) etkileri literatürde detaylı biçimde tanımlanmıştır (Frangiamone vd., 2024). Bunun yanında, IARC, OTA'yı Grup 2B karsinojen olarak sınıflandırmış; yani insanlar için "olası karsinojen" olduğuna dair yeterli hayvan verisi bulunduğunu ve sınırlı insan verisiyle desteklendiğini bildirmiştir (IARC, 1993).

OTA, sıcaklık ve özellikle yüksek bağıl nem (%70'in üzerinde) koşullarında hızla üreyen küf türleri tarafından üretildiğinden, uygun olmayan depolama koşulları bu toksinin oluşumunu büyük ölçüde artırmaktadır. Bu bağlamda baharatlar, özellikle kurutulmuş ve öğütülmüş formları, OTA

kontaminasyonu açısından önemli risk taşımaktadır. Literatürde tarçın, kakule, kişniş ve anason gibi aromatik baharatlarda OTA varlığına sıkça rastlandığı bildirilmiştir. Özellikle öğütülmüş tarçın örneklerinde yapılan çalışmalarda, ürünlerin yüksek bağıl nem altında uzun süre depolanması sonucunda OTA kontaminasyon düzeylerinin ciddi boyutlara ulaştığı rapor edilmiştir (Juan vd., 2013; Blesa vd., 2021).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından 2020 yılında yayımlanan kapsamlı değerlendirme raporunda, baharatların OTA'ya maruziyet açısından önemli bir gıda grubu olduğu vurgulanmıştır. EFSA, özellikle çocuklar ve hassas bireyler için günlük alım düzeylerinin belirli senaryolarda tolere edilebilir günlük alımın (TDI) üzerine çıkabileceğini ve bu durumun Avrupa nüfusu için potansiyel bir halk sağlığı riski oluşturduğunu belirtmiştir (EFSA, 2020). Bu nedenle, baharatların üretiminden nihai tüketimine kadar olan tüm aşamalarda hijyenik koşulların sağlanması, uygun kurutma ve ambalajlama tekniklerinin kullanılması ve periyodik mikotoksin analizlerinin gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

### **2.3. *Alternaria* Toksinleri**

*Alternaria* cinsine ait küfler tarafından üretilen toksinler, özellikle alternariol (AOH), alternariol monometil eter (AME), tenuazonik asit (TeA) ve altenuenin (ALT) gibi bileşikler, son yıllarda mikotoksin araştırmalarında artan bir ilgiyle ele alınmaktadır. Bu toksinleri üreten bazı küf türleri, çoğu mikotoksin üreticisi küfden farklı olarak yalnızca yüksek nemli değil, düşük  $a_w$  değerinesahip ortamlarda da gelişebilmeleri nedeniyle özel bir risk grubunu oluşturmaktadır. Baharatlar gibi düşük nem içeriğine sahip ürünlerde bile kontaminasyon potansiyelleri, gıda güvenliği açısından bu toksinlerin önemini artırmaktadır (Abdul Wadudvd., 2021; Jivd., 2022).

*Alternaria* toksinlerinin baharatlar üzerindeki varlığına ilişkin yapılan güncel araştırmalar, bu kontaminasyonun yalnızca teorik bir risk değil, pratikte de geçerli olduğunu ortaya koymuştur. Örneğin Yıldırım ve ark. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye menşeli toz zerdeçal örneklerinde *Alternaria alternata*'ya ait DNA'nın tespiti, bu tür küflerin baharat zincirine bulaşabileceğini göstermektedir. Bu bulgu, baharat üretiminde kullanılan hammaddelerin üretim, kurutma ve depolama koşullarının mikrobiyolojik kontaminasyon açısından dikkatle yönetilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Avrupa Birliği (AB)'nde yürütülen daha yeni çalışmalarda ise *Alternaria* toksinlerinin biber ve kişniş gibi baharatlarda tespit edildiği bildirilmiştir. Bu tespitler, geleneksel analiz yöntemlerine kıyasla daha yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip sıvı kromatografi-kütle spektrometrisi (LC-MS/MS) gibi gelişmiş analitik tekniklerin kullanılması sayesinde gerçekleştirilmiştir (Juanvd., 2022). Bu durum, söz konusu toksinlerin önceki dönemlerde var olduğu halde tespit edilememiş olabileceği olasılığını da gündeme getirmektedir. Toksinlerin potansiyel genotoksik, mutajenik ve sitotoksik etkileri göz önüne alındığında, hem EFSA hem de diğer uluslararası kuruluşlar tarafından *Alternaria* toksinlerine yönelik risk değerlendirme ve düzenleyici çerçevelerin oluşturulması gerektiği vurgulanmaktadır.

## **3. MİKOTOKSİN ANALİZİNDE KULLANILAN ANALİTİK YÖNTEMLER**

Baharatlarda mikotoksin analizine yönelik analitik süreçler, ürünlerin kompleks matris yapısı ve pigment yoğunlukları nedeniyle detaylı ve dikkatli bir numune hazırlama prosedürünü gerekli kılmaktadır. Mikotoksin analizinin güvenilirliği büyük ölçüde bu hazırlık sürecine bağlı olup, homojenizasyon, ekstraksiyon ve temizleme aşamalarından oluşmaktadır. Baharatların genellikle toz

formda olması nedeniyle, numune homojenizasyonu, analizde temsiliyetin sağlanması açısından kritik önemdedir. Ekstraksiyon aşamasında ise çoğunlukla metanol/su (%70:30 veya %80:20) veya asetonitril gibi çözücüler kullanılmaktadır.

Ekstraksiyonu takiben, örneklerdeki matris interferanslarının azaltılması amacıyla farklı temizleme yöntemleri uygulanmaktadır. Katı faz ekstraksiyonu (SPE) genel temizleme amacıyla yaygın olarak tercih edilirken, özellikle AF ve OTA analizlerinde yüksek özgüllük sunan immünoafinite kolonları (IAC) öne çıkmaktadır. Alternatif olarak, çoklu mikotoksin analizlerinde pratikliği ve maliyet etkinliği nedeniyle Hızlı, Kolay, Ucuz, Etkili, Sağlam ve Güvenilir ( Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe; QuEChERS) yöntemi kullanılmaktadır (Thanushreevd., 2019).

Kantitatif analiz aşamasında, yüksek performanslı sıvı kromatografisi-floresans dedektör (HPLC-FLD) kombinasyonu, AF ve OTA tespiti için en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntemde, özellikle AFB<sub>1</sub> ve AFG<sub>1</sub> gibi toksinlerin analizinde ön kolon türevlendirme işlemi (örneğin brominasyon veya fotokimyasal türevlendirme) gerekebilir. Öte yandan, LC-MS/MS tekniği, hem yüksek duyarlılık hem de özgüllük sağladığı için çoklu mikotoksin analizlerinde vazgeçilmez öneme sahiptir. LC-MS/MS ile AFB<sub>1</sub>, OTA, *Fusarium* toksinleri *Alternaria* toksinleri gibi çeşitli mikotoksinler aynı anda ve düşük limitlerde tespit edilebilmektedir (Demirhan ve Demirhan, 2023).

#### **4. YASAL DÜZENLEMELER VE LİMİTLER**

Mikotoksin kontaminasyonunu sınırlamak amacıyla AB (Commission Regulation 2023/915) ve Türk Gıda Kodeksi (TGK) Bulaşanlar Yönetmeliğinde (Tebliğ No: 2023/12) baharatlar ile ilgili ML değerleri belirlenmiştir. TGK'ye göre, Ek 1 kapsamında tüm baharat türlerinde AFB<sub>1</sub> için izin verilen ML5 µg/kg, toplam AF(AFB<sub>1</sub>+AFB<sub>2</sub>+AFG<sub>1</sub>+AFG<sub>2</sub>) içinse 10 µg/kg olarak belirlenmiştir. Bu sınırlar, baharat ürünlerinin piyasaya arz edilebilirliğini doğrudan etkilemektedir. Yapılan resmi kontrollerde bu değerlerin üzerinde tespit edilen ürünler mevzuat gereği piyasadan çekilmekte, imha edilmekte veya menşe ülkesine iade edilmektedir (TGK, 2023).

Benzer şekilde, Avrupa Komisyonu'nun 1881/2006/EC sayılı ve sürekli güncellenen (Commission Regulation 2023/915) yönetmeliği de gıdalardaki kontaminantların maksimum düzeylerini belirlemektedir. AF'leri için AB'nin belirlediği limitler Türkiye ile paralel olup, baharatlar için AFB<sub>1</sub> sınırı 5 µg/kg, toplam AF'sını ise 10 µg/kg'dır. Buna ek olarak, OTA için AB, çeşitli baharatlar için 15 µg/kg'lık bir maksimum limit belirlemiştir (EC, 2023). Bu değerler, gıda güvenliği açısından ciddi halk sağlığı riski oluşturan mikotoksinlerin tüketiciye ulaşmasını engellemeyi amaçlamaktadır. AB, mikotoksinler konusunda dünyadaki en sıkı mevzuatlara sahip bölgelerden biri olarak kabul edilmekte ve düzenli denetim sistemleri ile bu limitlerin uygulanmasını etkin biçimde sağlamaktadır (EC, 2023).

#### **5. KONTROL VE ÖNLEME STRATEJİLERİ**

##### **5.1. İyi Tarım Uygulamaları (GAP) ve Hasat Sonrası Yönetim**

GAP, tarımsal üretim süreçlerinde gıda güvenliğini temin etmeye yönelik olarak geliştirilen entegre ve sürdürülebilir bir sistemdir. GAP sisteminin temel amacı; pestisit kalıntıları, ağır metaller ve mikotoksinler gibi kimyasal, biyolojik ve fiziksel risklerin üretimin erken safhalarında kontrol altına

alınarak nihai ürüne geçişinin önlenmesidir (FAO, 2003). Bu bağlamda, mikotoksin oluşumunun önlenmesi, GAP sisteminin temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Mikotoksinler, özellikle sıcaklık ve nem gibi çevresel koşullara duyarlı oldukları için, tarımsal üretimde bu parametrelerin yönetimi kritik öneme sahiptir .

Özellikle baharat üretiminde, hasat zamanının doğru belirlenmesi, hasat sonrası ürünlerin vakit kaybetmeden kurutulması, kurutma koşullarının sıcaklık ve nem açısından kontrollü olması, ürünlerin uygun koşullarda depolanması ve hızlı soğutulması gibi önlemler mikotoksin oluşum riskini minimize etmekte önemli rol oynamaktadır (Codex Alimentarius, 2003). Bu tür uygulamaların eksikliği, özellikle *Aspergillus* ve *Penicillium* gibi toksijenik küflerin gelişimine olanak tanımakta ve AFya da OTA gibi toksinlerin biyosentezine zemin hazırlamaktadır.

Hindistan, dünya baharat üretiminde lider ülkelerden biri olarak, bu alandaki mikotoksin risklerini azaltmak üzere GAP uygulamalarını kurumsal düzeye taşımış ve “Spices Board of India” tarafından GAP rehber dokümanları hazırlanarak uygulamaya geçirilmiştir. Bu kapsamda, üreticilerin belirli kriterleri karşılaması durumunda GAP sertifikası ile belgelendirilmesi sağlanmakta ve bu sertifikasyon, hem iç pazar güvenliğini hem de ihracat uygunluğunu desteklemektedir. Nitekim yapılan çalışmalar, GAP sertifikasına sahip üreticilerin ihracat süreçlerinde daha az sayıda sınırda ret yaşadığını, özellikle AB gibi mikotoksin düzenlemeleri sıkı olan pazarlara ürün girişinin daha başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, GAP uygulamalarının sadece üretim kalitesini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda uluslararası ticarete sürdürülebilirliği güçlendiren önemli bir araç olduğunu göstermektedir.

## 5.2.Uygun Kurutma ve Depolama Koşulları

Baharatlar gibi nem içeriği düşük ancak mikotoksin kontaminasyonuna açık tarım ürünlerinde kurutma ve depolama aşamaları, mikotoksin oluşumunu önlemede kritik kontrol noktalarıdır. Özellikle kurutma süreci, ürünlerin yüzeyinde bulunan toksijenik küflerin gelişimini engellemek için kontrollü koşullarda gerçekleştirilmelidir. Literatürde, ideal kurutma koşullarının 40–55°C sıcaklık aralığında ve bağıl nemin %65’in altında olması gerektiği bildirilmektedir (Kabakvd., 2006; FAO, 2019). Bu sıcaklık aralığı, hem ürün kalitesini korumakta hem de *Aspergillus* ve *Penicillium* gibi mikotoksijenik küflerin gelişimini inhibe etmektedir.

Depolama sürecinde ise çevresel parametrelerin kontrolü büyük önem taşımaktadır. Depolama ortamının havalandırılmış, doğrudan ışık almayan, sabit ve düşük sıcaklıkta olması mikotoksin oluşumunu önleyici faktörler arasında yer almaktadır. Yüksek bağıl nem (> %70) ve sıcaklık, AF ve OTA gibi mikotoksinlerin oluşumu için uygun mikroçevreler sağlayabilir. Bu nedenle, baharatların depolanmasında çevresel koşulların yanısıra ambalaj materyali de belirleyici rol oynayabilmektedir. Vakumlu, ışık geçirmez ve gaz bariyerli ambalaj materyalleri kullanılarak yapılan paketleme, oksijen geçirgenliğini azaltarak fungal gelişimi sınırlamakta ve mikotoksin oluşum riskini minimize etmektedir.

## 5.3.Yeni Teknolojik Yaklaşımlar

Mikotoksin kontaminasyonunu azaltmaya yönelik fiziksel, kimyasal ve biyolojik detoksifikasyon yöntemleri, gıda güvenliğinin sağlanmasında alternatif ve tamamlayıcı stratejiler olarak önem

kazanmaktadır. Baharatlar gibi mikotoksin açısından riskli ürün gruplarında, ürün kalitesini bozmadan toksinleri etkisiz hale getirebilecek uygulamalar ön plana çıkmaktadır.

Ozonlama, bu amaçla son yıllarda dikkat çeken etkili ve çevre dostu bir yöntemdir. Gaz formundaki ozon (O<sub>3</sub>), yüksek oksidasyon potansiyeline sahip reaktif bir molekül olup, mikotoksinlerin yapısal bileşenlerini oksidatif yolla parçalayarak toksisitelerini azaltabilir. Özellikle AFB<sub>1</sub> molekülünde bulunan epoksit halkasının ozonla kırılması sonucu toksik etkide azalma meydana geldiği gösterilmiştir (Afsah-Hejri vd., 2020).

Işınlama (özellikle gama ışınları gibi iyonize radyasyon) da mikotoksinleri parçalayabilen etkili bir fiziksel yöntemdir. Uygulanan doz aralığı genellikle 5–10 kilogray (kGy) arasında değişmekte olup, bu dozlarda AF'lerde %70'e kadar azalma sağlanabildiği rapor edilmiştir (Vural vd., 2017). Ancak ışınlama uygulamalarında en önemli husus, ürünün duyuşal özelliklerinin (renk, aroma, yapı) korunabilmesidir. Baharatlar gibi aromatik bileşenler açısından zengin ürünlerde bu denge dikkatle gözetilmelidir.

Biyolojik detoksifikasyon yöntemleri ise mikotoksinlerin enzimatik olarak parçalanması ya da mikroorganizmalar tarafından bağlanarak biyolojik olarak etkisizleştirilmesini hedeflemektedir. Özellikle *Lactobacillus* türleri gibi bazı probiyotik bakteriler ve bunların hücre duvarı bileşenleri, AF'leri bağlayarak biyoyararlılıklarını düşürebilmektedir (Haskard vd., 2001). Ayrıca mikotoksinleri spesifik olarak hedefleyen enzim sistemlerinin (örneğin aflatoksin oksidaz) geliştirilmesi üzerine Ar-Ge çalışmaları devam etmektedir. Ancak bu biyolojik yaklaşımlar henüz ticari düzeyde geniş ölçekte uygulanmaya başlanmamış olup, güvenlik, etkinlik ve regülasyon açısından daha fazla bilimsel doğrulamaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu yöntemlerin tümü, mikotoksin kontaminasyonunun yalnızca önlenmesi değil, aynı zamanda oluşmuş toksinlerin bertaraf edilmesi açısından da önemlidir. Gıda güvenliği sistemlerinde bu tekniklerin bilimsel temelli ve entegre şekilde değerlendirilmesi, sürdürülebilir bir kontrol stratejisinin oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

## **SONUÇ VE ÖNERİLER**

Mikotoksin kontaminasyonu, gıda güvenliği alanında küresel ölçekte önem taşıyan bir sorundur. Bu toksinlerin tarımsal ürünlerdeki varlığı yalnızca insan sağlığı üzerinde akut ve kronik etkiler oluşturmakla kalmayıp, aynı zamanda gıda güvencesi, ekonomik sürdürülebilirlik ve uluslararası ticaret üzerinde de doğrudan etkili olmaktadır. Özellikle baharat gibi yüksek katma değerli ve ihracat odaklı ürünlerde görülen mikotoksin kontaminasyonu, üretim süreçlerinde kalite kayıplarına, ürünlerin geri çevrilmesine ve piyasa itibarının zedelenmesine yol açarak hem üreticiyi hem de ülke ekonomisini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle, mikotoksinlerin kontrol altına alınması yalnızca sağlık temelli bir önlem değil, aynı zamanda ekonomik ve stratejik bir zorunluluktur. Etkin bir kontrol sistemi kurulmadığı takdirde, bu toksinlerin tüketici sağlığı üzerinde bağışıklık sistemi baskılanması, karaciğer hasarı, kansere yatkınlık gibi ciddi ve geri dönüşü olmayan etkiler doğurabileceği bilinmektedir. Dolayısıyla, sürdürülebilir gıda sistemlerinin inşasında mikotoksin izleme, önleme ve azaltma stratejileri bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır.

Bu bağlamda, baharat üretim zincirinin tüm aşamalarında tarladan tüketiciye kadar izlenebilirliğin sağlanması, kontaminasyonun hangi aşamada ortaya çıktığının saptanması açısından kritik öneme



sahiptir. İzlenebilirlik sistemleri yalnızca gıda güvenliğini artırmakla kalmayıp aynı zamanda üretici sorumluluğunu da teşvik ederek sistematik iyileştirmelere zemin hazırlamaktadır. Özellikle ihracata yönelik ürünlerde zorunlu mikotoksin analiz protokollerinin oluşturulması, parti bazlı numune alma sistemlerinin titizlikle uygulanması ve kontaminasyona maruz kalmış partilerin etkin biçimde ayrıştırılması gerekmektedir. Bu süreçlerin başarıyla yürütülmesi ise, yerel düzeyde laboratuvar altyapısının güçlendirilmesi, analiz kapasitesinin artırılması ve özellikle sahada kolay uygulanabilir hızlı test kitlerinin yaygınlaştırılması ile mümkündür.

Bununla birlikte, mikotoksin kontrolü yalnızca mevzuat temelli bir çerçevede değil, aynı zamanda bilimsel araştırmalar ve uygulamaya dönük saha çalışmaları ile de desteklenmelidir. Bu doğrultuda üniversiteler ile sanayi kuruluşları arasındaki iş birliklerinin artırılması kritik bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Bu iş birlikleri sayesinde yeni dekontaminasyon yöntemleri geliştirilebilir, üretim sürecine özgü risk değerlendirme modelleri oluşturulabilir ve üreticiler ile tüketicilere yönelik kapsamlı eğitim ve farkındalık programları hayata geçirilebilir. Sonuç olarak, mikotoksinlerin kontrolüne yönelik çok aktörlü ve entegre bir yaklaşım benimsenmeden, gıda güvenliği alanında kalıcı bir başarı sağlanması mümkün görünmemektedir. Bu nedenle, konuya hem ulusal hem de uluslararası düzeyde öncelik verilmesi ve sürdürülebilir çözümler geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

## KAYNAKÇA

Afsah-Hejri, L., Hajeb, P., & Ehsani, R. J. (2020). Application of ozone for degradation of mycotoxins in food: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(4), 1777–1808.

Altomare, C., Logrieco, A. F., & Gallo, A. (2021). Mycotoxins and mycotoxigenic fungi: Risk and management. In *Encyclopedia of Mycology* (pp. 64–93).

Carpena, M., Vazquez, A. P., Barciela, P., & Noras, K. (2024). Insights into toxicity: Molecular mechanisms of aflatoxin B<sub>1</sub> and ochratoxin A in spices. *Biology and Life Sciences Forum*, 35(1), 3.

Costa, J., Rodríguez, R., Garcia-Cela, E., Medina, A., Magan, N., Lima, N., Battilani, P., & Santos, C. (2019). Overview of fungi and mycotoxin contamination in *Capsicum* pepper and its derivatives. *Toxins*, 11(1), 27.

EFSA (European Food Safety Authority). (2020). Risk assessment of aflatoxins in food. *EFSA Journal*, 18(4), 6040.

FAO/WHO. (2022). *Risk assessment of mycotoxins in spices*. Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization.

IARC (International Agency for Research on Cancer). (2012). *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans* (Vol. 100F). IARC.

Kabak, B. (2009). The fate of mycotoxins during thermal food processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(4), 549–554.



Kabak, B., Dobson, A. D. W., & Var, I. (2006). Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(8), 593–619.

Pickova, D., Ostry, V., Toman, J., & Malir, J. (2020). A review on mycotoxins and microfungi in spices in the light of the last five years. *Toxins*, 12(12), 789.

Saravanan, V., Theradimani, M., Paranidharan, V., Kavitha, P. A., Mohamed, J. J., Juliet, H. S., & Kokila, D. E. (2024). Extenuating mycotoxin contamination in spices: Detection, regulatory frameworks and preventive strategies. *Plant Science Today*, 11(4), 1–16.

Syamilah, N., Nurul Afifah, S., Effarizah, M. E., & Norlia, M. (2022). Mycotoxins and mycotoxigenic fungi in spices and mixed spices: A review. *Food Research*, 6(4), 30–46.

Thanushree, M. P., Sailendri, D., Yoha, K. S., Moses, J. A., & Anandharamakrishnan, C. (2019). Mycotoxin contamination in food: An exposition on spices. *Trends in Food Science & Technology*, 93, 69–80.

Vural, A., Erkan, M. E., & Alişarlı, M. (2017). Gıda muhafazasında ışınlama teknolojisi. *Türkiye Klinikleri Gıda Bilimleri - Özel Konular*, 3(2), 134–140.

Yıldırım, Z., Erarslan, T., & Kaya, M. (2023). Detection of *Alternaria alternata* in turmeric samples from Turkey. *Turkish Journal of Food Safety*, 12(2), 89–95.



## Central Composite Design for Natural Lignin Sunscreen Formulation

Ayçelen İdil DÜLGER<sup>1</sup>, Asst. Prof. Burcu Didem ÇORBACIOĞLU<sup>2</sup>,

Assoc. Prof. Seyfullah KEYF<sup>3</sup>

<sup>1</sup>E-mail: [aycelendulger@gmail.com](mailto:aycelendulger@gmail.com); Yıldız Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Department of Chemical Engineering, Istanbul / Turkey.

<sup>2</sup>E-mail: [idal.dulger@std.yildiz.edu.tr](mailto:idal.dulger@std.yildiz.edu.tr); Yıldız Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Department of Chemical Engineering, Istanbul / Turkey.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2287-1793>

---

---

### *Abstract*

This research presents a systematic chemometric analysis of a sunscreen emulsion with maximized natural content, formulated with lignin as a multifunctional bioactive and a matrix of plant-derived and biodegradable ingredients. Except for the emulsifiers—Polysorbate 80 and Sorbitan Oleate, which are widely regarded as biodegradable and environmentally friendly—every ingredient in the formulation is of direct botanical origin, committing to enhanced naturalness and sustainability by design. A four-factor Central Composite Design (CCD) represented the impact of lignin concentration, xanthan gum level, fixed-oil phase ratio (*Hypericum perforatum* and clove oil), and emulsifier composition within 30 different experimented samples. pH and viscosity were evaluated for each sample formulation. Statistical analysis was conducted to determine both the main and interactional effects of each formulation variable on Desing expert7. By merging chemometric tools with green formulation science, the results provide a data-driven foundation for future development of advanced natural sunscreens, highlighting the utility of lignin and biodegradable surfactants in achieving both environmental and functional objectives within cosmetic engineering.

**Keywords:** Design of Experiments, Chemometrics, Central composite design, Lignin, natural sunscreen, response surface

---

## Özet

Biyobozunur emülgatörler ve lignin içeren, doğallığı en üst düzeye çıkarılmış güneş kremi emülsiyonlarının kemometrik analizi ve optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Formülasyon, biyolojik aktif olan lignin ve doğrudan bitkisel kökenli hammaddelerle geliştirilmiş; yalnızca endüstride biyobozunur ve çevre dostu olarak kabul edilen emülgatörler kullanılmıştır.

Dört faktörlü Merkezi Bileşik Tasarım lignin miktarı, ksantan zankı oranı, sabit yağ fazı oranı (sarı kantaron ve karanfil yağı) ve emülgatör kompozisyonunun etkileri, 30 farklı deneysel formülasyon üzerinde sistematik olarak araştırılmıştır. Her numune; pH ve dinamik viskozite açısından analiz edilerek, fizikokimyasal stabilite ve uygulama özellikleri kapsamlı biçimde design expert programında değerlendirilmiştir. Kemometrik tasarım ile yeşil formülasyon bilimini bütünleştirmiştir. Sürdürülebilir fotokoruyucu kişisel bakım ürünlerine daha yenilikçi bir bakış açısı sunar. bu çalışma, lignin ve biyobozunur emülgatörlerin çevresel ve fonksiyonel açıdan sağladığı avantajları vurgulayarak ileri düzey doğal güneş koruyucu geliştirme alanına katkı sağlamaktadır.

**Anahtar kelime:** Deneysel Tasarım, Kemometri, Doğal Güneş kremi, Merkezi Kompozit Tasarım, Lignin, Tepki Yüzeyi

---

## INTRODUCTION

The amount of ultraviolet (UV) radiation reaching the Earth's surface, leading to major concerns for both human health and ecosystem sustainability year by year. Ultraviolet radiation is subdivided into three spectral regions: UVA (320–400 nm), UVB (280–320 nm), and UVC (200–280 nm) (Lv et al., 2023). Although most UVC is absorbed by the atmosphere, UVA and UVB penetrate the biosphere and influence biological and physicochemical processes (Tran et al., 2021). Moderate levels of UV radiation play beneficial roles such as promoting vitamin D biosynthesis, sterilization, and regulation of circadian rhythms; however, chronic or excessive exposure is associated with severe skin disorders, photoaging, DNA damage, immune suppression, and carcinogenesis (Schneider & Lim, 2019). Traditional UV filters are divided into organic and inorganic absorbers. Organic filters (e.g., avobenzone, octocrylene, oxybenzone) act by absorbing UV photons and dissipating the energy, yet their light instability, allergenic potential, and endocrine-disrupting properties are significant drawbacks (Downs et al., 2016). Moreover, many of these chemicals are now recognized as harmful pollutants, contributing to coral reef bleaching and aquatic toxicity (Schneider & Lim, 2019). Inorganic UV filters such as titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) and zinc oxide (ZnO), especially in nanoscale form, exhibit high stability and broad UV scattering capabilities (Lv et al., 2023). However, safety concerns related to nanoparticle penetration, persistence, and ecotoxicological risks have limited their acceptability as green solutions. These limitations underline the urgent need for safer, sustainable, and biodegradable alternatives.

Industrial lignin is predominantly generated as a by-product of the kraft and sulfite pulping processes, yielding millions of tons annually. Still, 95% of this resource is underutilized, being burned for low-grade energy or discharged as waste effluent (Sadeghifar & Ragauskas, 2020). Valorization of lignin into high-performance functional materials, particularly in the field of sunscreens, represents a compelling opportunity for both environmental and economic benefits. Unlike synthetic filters, lignin is biodegradable, biocompatible, and derived from renewable biomass, making it aligned with the principles of green chemistry and circular economy (Lv et al., 2023).

From an environmental standpoint, lignin offers substantial advantages. Its natural UV-shielding function not only reduces reliance on synthetic filters but also minimizes ecological harm, particularly to sensitive marine ecosystems such as coral reefs (Downs et al., 2016). Furthermore, lignin's antioxidant properties may extend sunscreen durability by protecting formulations from oxidative degradation, thereby enhancing shelf life and consumer safety (Tran et al., 2021).

This study aims to systematically evaluate lignin as a UV-protective material by integrating chemometric design of experiments. Specifically, a Central Composite Design (CCD) approach is applied to optimize lignin-based sunscreen formulations by varying critical factors such as lignin concentration, emulsifier ratio, and essential oil composition. By quantifying their effects on key physicochemical and functional parameters—including pH, viscosity, UVA absorbance, and contact angle—this research contributes to the rational design of sustainable, eco-safe, and effective natural sunscreens. Ultimately, the study positions lignin as a cornerstone material in the development of next-generation green photoprotective systems.

## METHODOLOGY

In this study, a total of 30 sunscreen emulsion formulations were prepared based on a Central Composite Design (CCD) experimental matrix to evaluate the combined effects of lignin concentration, xanthan gum level, oil phase ratio, and emulsifier balance. The emulsions were designed as oil-in-water (O/W) systems, where the continuous phase was deionized water. This design has quadratic interactions between independent variables, ensuring the development of statistically significant predictive models for pH and viscosity responses.

**Table 1.** Original factors and coded levels used in the CCD design

Original Factors	Coded Levels				
	-2	-1	0	1	2
<b>Xsantam Gum (Kg)</b>	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35
<b>Oil Ratio (St. John's Wort/ Colve Oil, ml/ml)</b>	5/1	4/2	3/3	2/4	1/5
<b>Emulsifier Ratio (Tween80/ Span 80, kg/kg)</b>	0.4/0.8	0.5/0.7	0.6/0.6	0.7/0.5	0.8/0.4
<b>Lignin (kg)</b>	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9

The original factors and their corresponding coded levels used in the CCD matrix are summarized in Table 1, which provided the experimental framework for evaluating the effects of independent variables on pH and viscosity

The primary active compound in the formulations was lignin, obtained as a fine brown powder from industrial processes. Lignin was selected for its intrinsic ultraviolet (UV) absorption, broad-spectrum antioxidant properties, and potential to act as a natural photoprotective agent (Bhat et al., 2022). Its polyphenolic structure enables effective radical scavenging activity, while its biodegradability supports environmentally sustainable cosmetic applications (Norgren & Edlund, 2014). To increase lignin dispersion in the aqueous solution, a plant-derived humectant system containing propanediol and glycerin was incorporated, facilitating wetting and minimizing agglomeration. Lactic acid was employed as a pH adjuster to maintain formulations within the skin-compatible range of 5.5–7.0, ensuring both consumer safety and system stability (Schneider & Lim, 2019). Xanthan gum was included as a stabilizing polymer to impart shear-thinning rheological behavior and improve droplet suspension, thereby preventing phase separation and sedimentation of lignin particles. Its concentration was systematically varied to observe its effect on viscosity and spreadability of the creams. The oil phase consisted of fixed natural oils: *Hypericum perforatum* (St. John's wort oil), known for its emollient and skin-soothing properties; clove oil, rich in eugenol with antimicrobial and antioxidant activity but potentially destabilizing in emulsions; rosemary oil, serving as an additional antioxidant; tea tree oil, providing broad antimicrobial protection; and olive oil, an oleic acid-rich emollient enhancing moisturization. A small amount of d-limonene was also added as a natural fragrance and solvent, though care was taken due to its susceptibility to oxidation (López et al., 2020). For emulsification, a binary system of Polysorbate 80 (a high Hydrophilic–Lipophilic Balance surfactant) and Sorbitan Oleate (a low HLB surfactant) was employed. This combination enabled tuning of the overall HLB value into the 10–12 range, which is optimal for stabilizing mixed-polarity oil systems. The pair was specifically chosen due to their biodegradability, wide use in cosmetic formulations, and regulatory acceptance (Ribeiro et al., 2015).

The preparation process involved separating components into two phases. The aqueous phase (water, humectants, lactic acid, lignin, and xanthan gum) and the oil phase (mixture of fixed oils and emulsifiers) were heated separately to 40–45 °C. Once both phases reached the target temperature, the oil phase was slowly added to the aqueous phase under high-shear homogenization at 1000 rpm for at least 5 minutes. Subsequently, the pre-emulsion was subjected to ultrasonication in a water bath at 40 °C to reduce droplet size, enhance dispersion of lignin particles, and improve stability. This dual homogenization–sonication process was critical for achieving uniform emulsions with stable physicochemical properties (Montgomery, 2017). After emulsification, the pH of each formulation was measured at approximately 29 °C using a calibrated digital pH meter. The target range was maintained between 5.5 and 7.0 to ensure skin compatibility and minimize microbial growth risks. Viscosity was determined at 26.5 °C using a Brookfield LV viscometer with spindle LV3 at 50 rpm. Each sample was analyzed in triplicate to ensure reproducibility and statistical validity. These measurements served as the primary responses for CCD modeling, allowing the construction of quadratic regression equations and the determination of main effects, interaction effects, and quadratic penalties for each variable.

A second-order polynomial regression model was applied within the framework of Response Surface Methodology (RSM):

$$y = \beta^0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \sum_{i=1}^n \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i < j}^n \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon$$

where:

- $y$ : response variable (pH, viscosity, stability, UV blocking efficiency)
- $\beta_0$ : intercept term
- $\beta_i$ : linear regression coefficients
- $\beta_{ii}$ : quadratic regression coefficients
- $\beta_{ij}$ : interaction regression coefficients
- $X_i, X_j$ : coded independent variables
- $\varepsilon$ : residual error term

The main effect of this model is quadratic influences and interaction influencing sunscreen emulsion stability. The application of response surface methodology on CCD ensured that the number of experiments was minimized while providing sufficient data to build predictive models for sunscreen stability and performance.

## RESULTS AND DISCUSSION

The response surface methodology (RSM) and central composite design (CCD) enabled the investigation of interactions between the studied factors—lignin concentration, emulsifier ratio, and oil phase percentage—on the two main responses: pH stability and viscosity.

Quadratic model predictions:

The quadratic equations fitted for both responses confirmed significant interaction terms ( $p < 0.05$ ) between lignin  $\times$  oil phase and emulsifier  $\times$  oil phase for viscosity, while pH was primarily affected by the linear and quadratic terms of lignin concentration. These findings validate that while pH control depends mainly on lignin dosage, viscosity is governed by more complex interactions involving oil and emulsifier balance.

The corresponding regression equations derived from the quadratic models are presented below.

Equation for pH:

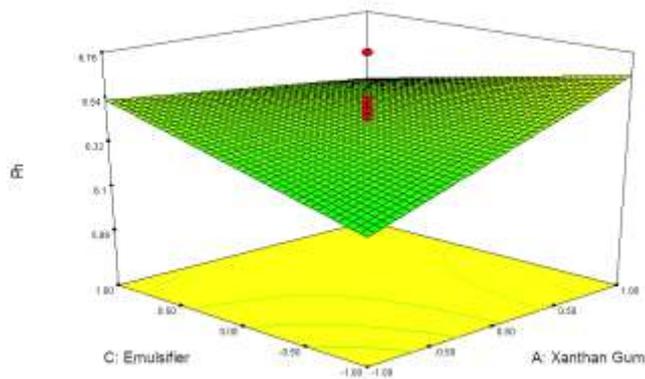
$$pH = 6.44278 + 0.0825 * Xanthan\ Gum + 0.0308 * Oils + 0.0233 * Emulsifier + 0.4117 * Lignin - 0.1475 * Xanthan\ Gum * Emulsifier - 0.2013 * Xanthan\ Gum * Lignin - 0.105 * Emulsifier * Lignin - 0.0901 * Lignin^2$$

Equation for Viscosity:

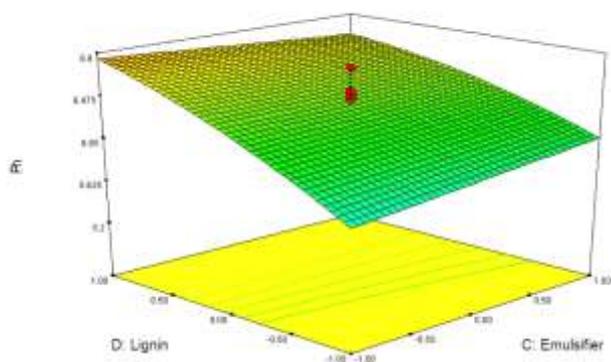
$$\text{Viscosity} = 503.9361 + 115.0208 * \text{Xanthan Gum} - 74.4708 * \text{Oils} + 19.9208 * \text{Emulsifier} + 0.5292 * \text{Lignin} - 36.8563 * \text{Xanthan Gum} * \text{Oils} + 34.0938 * \text{Oils} * \text{Emulsifier} - 23.0826 * \text{Lignin}^2$$

The contour and 3D plots revealed that increasing lignin concentration tended to increase pH. However, when balanced with emulsifiers, the pH remained within the acceptable dermal range (5.0–6.5). This indicates that surfactant selection mitigates the acidity imparted by lignin, as Tween provides additional buffering through stable micelle formation.

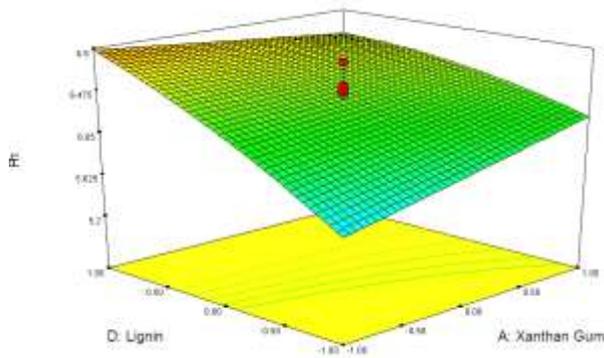
a)



b)



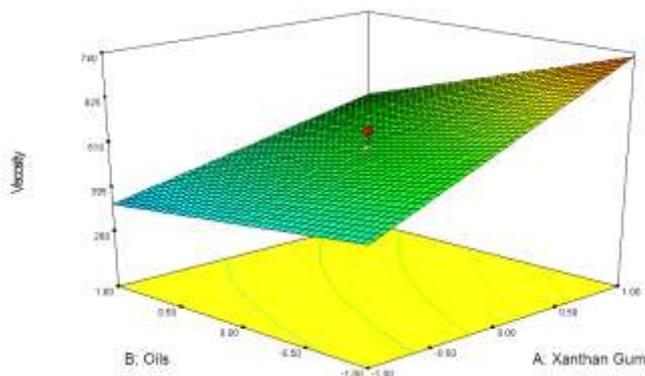
c)



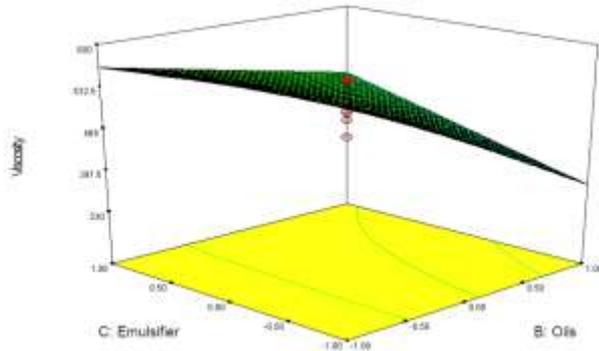
**Figure 1.** Three-dimensional response surface plots showing the effect of formulation variables on pH (a) emulsifier\*xanthan gum, (b) lignin\* emulsifier, (c) lignin\* xanthan gum

Viscosity increased significantly with increasing xanthan gum concentration. A moderate oil fraction balanced this effect. The emulsifier ratio strongly influenced both viscosity and emulsion stability. Higher Polysorbate 80 levels favored smaller droplet sizes, which enhanced the stability of the oil phase and reduced the risk of phase separation. In contrast, higher Sorbitan monooleate levels resulted in thicker, creamier emulsions with increased viscosity, but with decreased stability due to larger droplet formation. pH values were comparatively less sensitive to this interaction, remaining stable across different oil–surfactant combinations, indicating that pH was primarily governed by lignin concentration. The findings suggest that reducing incompatible volatile oils, particularly clove oil, and optimizing emulsifier HLB values can markedly enhance both rheological stability and dermal safety. Moreover, the ability of CCD to capture nonlinear factor interactions proved valuable in identifying optimal ranges for each variable, thereby minimizing trial-and-error approaches.

a)



b)



**Figure 2.** Three-dimensional response surface plots showing the effect of formulation variables on viscosity (a) oils\* xanthan gum, (b) emulsifier\*oils

In summary, the response surface analysis demonstrates that pH stability requires careful adjustment of lignin concentration and surfactant ratio, while viscosity is driven by the effect of lignin and modulated by emulsifier balance.

## CONCLUSION

This study demonstrated the feasibility of developing stable, eco-friendly sunscreen formulations by integrating lignin as a natural UV filter within emulsions designed through Central Composite Design (CCD) and response surface methodology. The evaluation of pH and viscosity responses highlighted the crucial influence of stabilizer concentration, emulsifier ratio, and oil phase composition on overall product performance. Most formulations-maintained skin-compatible pH levels, while viscosity was significantly modulated by xanthan gum and the balance between Polysorbate 80 and Sorbitan Oleate.

In conclusion, the results validate the potential of lignin-based natural sunscreens as sustainable alternatives to conventional formulations. By systematically addressing stabilizer efficiency, emulsifier tuning, and oil phase compatibility, the study provides a scientific basis for scaling up lignin-containing sunscreens, aligning with both human health and environmental protection goals. Future research should extend the scope to include photostability testing, in vivo skin compatibility assessments, and comparative life cycle analyses to further establish the practical applicability of lignin in next-generation sun care products.

## REFERENCES

Downs, C. A., Kramarsky-Winter, E., Segal, R., Fauth, J., Knutson, S., Bronstein, O., Ciner, F. R., Jeger, R., Lichtenfeld, Y., Woodley, C. M., Pennington, P., Cadenas, K., Kushmaro, A., & Loya, Y. (2016).



Toxicopathological effects of the sunscreen UV filter, oxybenzone (benzophenone-3), on coral planulae and cultured primary cells and its environmental contamination in Hawaii and the U.S. Virgin Islands. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 70(2), 265–288. <https://doi.org/10.1007/s00244-015-0227-7>

Lv, S., Liang, S., Zuo, J., Zhang, S., Wang, J., & Wei, D. (2023). Lignin-based anti-UV functional materials: Recent advances in preparation and application. *Iranian Polymer Journal*, 32(11), 1477–1497. <https://doi.org/10.1007/s13726-023-01218-0>

Montgomery, D. C. (2017). *Design and Analysis of Experiments* (9th ed.). John Wiley & Sons.

Sadeghifar, H., & Ragauskas, A. (2020). Lignin as a UV light blocker—A review. *Polymers*, 12(5), 1134. <https://doi.org/10.3390/polym12051134>

Schneider, S. L., & Lim, H. W. (2019). Review of environmental effects of oxybenzone and other sunscreen active ingredients. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 80(1), 266–271. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2018.06.033>

Tran, M. H., Phan, D. P., & Lee, E. Y. (2021). Review on lignin modifications toward natural UV protection ingredients for lignin-based sunscreens. *Green Chemistry*, 23(13), 4633–4646. <https://doi.org/10.1039/d1gc01139a>

Bhat, R., Riar, C. S., & Mor, R. S. (2022). Lignin: A sustainable biopolymer for the development of advanced materials. *Journal of Cleaner Production*, 335, 130290. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130290>

Tumbariski, Y., Ivanov, I., Todorova, M., Gerasimova, A., Dincheva, I., Makedonski, L., & Nikolova, K. (2024). Chemical composition and biological activities of St John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) essential oil from Bulgaria. *Applied Sciences*, 14(24), 11754. <https://doi.org/10.3390/app142411754>

Norrgrén, M., & Edlund, H. (2014). Lignin: Recent advances and emerging applications. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 19(5), 409–416. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2014.08.004>

Ribeiro, H. M., Morais, J. A., & Eccleston, G. M. (2015). Structure and stability of cosmetic emulsions. In A. O. Barel, M. Paye, & H. I. Maibach (Eds.), *Handbook of cosmetic science and technology* (4th ed., pp. 507–521). CRC Press.

Santamaria-Echart, A., Fernandes, I. P., Pituco, S. S., Rezende, S. C., Colucci, G., Dias, M. M., & Barreiro, M. F. (2021). New trends in natural emulsifiers and emulsion technology for the food industry. In M. Á. P. Lage & P. Otero (Eds.), *Natural Food Additives* (pp. 5–17). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.99892>

## Investigations of Modified Catmull-Rom Splines with Applications to Robotic Path Planning

Gülden ALTAY SUROĞLU<sup>1</sup>, Zeynep ALTAY<sup>2</sup>

<sup>1</sup>E-mail: [guldenaltay23@gmail.com](mailto:guldenaltay23@gmail.com); Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, Elazığ / Türkiye.

<sup>2</sup>E-mail: [zeynepalty2@gmail.com](mailto:zeynepalty2@gmail.com); Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, Elazığ / Türkiye.

---

### Özet

Catmull-Rom splines are widely used in computer graphics and animation for defining smooth trajectories that pass through given control points. In this study, we investigate a new class of splines derived by modifying the tangent vectors of Catmull-Rom splines using a  $\lambda$  parameter. The  $\lambda$  parameter serves as a geometric control, adjusting the stiffness and turning behavior of the spline. It is numerically and graphically demonstrated that this modification preserves both  $C^1$  and  $G^1$  continuity. Furthermore, Catmull-Rom splines generated with various  $\lambda$  values are compared, and an application to sample path design is presented to illustrate the practical implications of the proposed method.

**Anahtar Kelimeler:** Spline curves, Catmull-Rom Spline, Parametric Curve Modeling.

---

### Abstract

**Catmull-Rom eğrileri**, bilgisayar grafikleri ve animasyonda, verilen kontrol noktalarından geçen düzgün yörüngeler tanımlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Catmull-Rom eğrilerinin teğet vektörleri bir  $\lambda$  parametresi kullanılarak değiştirilmesiyle elde edilen yeni bir eğri sınıfı araştırılmaktadır.  $\lambda$  parametresi, eğrinin **geometrik kontrolünü** sağlayarak sertlik ve dönüş davranışını ayarlamaktadır. Sayısal ve grafiksel olarak bu değişikliğin hem  $C^1$  hem de  $G^1$  **sürekliliğini** koruduğu gösterilmiştir. Ayrıca, farklı  $\lambda$  değerleriyle üretilen Catmull-Rom eğrileri karşılaştırılmış ve önerilen yöntemin pratik sonuçlarını göstermek amacıyla örnek bir yol tasarımı uygulaması sunulmuştur.

**Keywords:** Spline eğrileri, Catmull-Rom spline, Parametrik eğri modelleme

---

## 1. INTRODUCTION

In recent years, spline-based models have gained significant attention beyond traditional applications, particularly in robotics, automation, and cyber-physical systems (Feng et al., 2021; Zhang et al., 2024; Tao et al., 2019). Catmull-Rom splines, developed by Edwin Catmull and Raphael Rom in

1974, are interpolation curves that are widely used in computer graphics, especially in modeling animations and object trajectories (Catmull & Rom, 1974). A key characteristic of these splines is that they pass through all control points, thereby enabling visually smooth and natural motion. Due to this property, they are commonly applied in animation, virtual reality, path planning, and industrial design (Bartels & Barsky, 1987; Yüksel et al., 2011).

Catmull-Rom splines perform interpolation between the second and third points of a four-point segment, using adjacent control points to define tangent vectors---typically as half the distance between neighboring points (Arasteh & Kalisz, 2021). Depending on the choice of parametrization--uniform, chordal, or centripetal--Catmull-Rom splines can exhibit different geometric behaviors (Yüksel et al., 2011). In particular, centripetal parametrization is known to minimize the occurrence of cusps and self-intersections, making the curves more visually stable (Barry & Goldman, 1988).

Compared to other commonly used spline types such as B-splines and Bézier curves, Catmull-Rom splines have distinct advantages. While B-splines do not necessarily pass through control points and instead use them to shape the curve globally, Catmull-Rom splines are true interpolants, passing through each point (Piegl & Tiller, 1997; Dalkılıç, 2005). Bézier curves, on the other hand, are typically defined using a limited number of control points and construct the curve as a weighted average. While Bézier and B-splines offer global control over the curve, Catmull-Rom splines provide more localized control (Li et al., 2018; Wolberg, 1999).

Defined using low-degree polynomials, Catmull-Rom splines are computationally efficient. This efficiency makes them particularly well-suited for real-time systems where both visual quality and processing speed are essential (Arasteh & Kalisz, 2021). Moreover, recent studies have introduced various modifications to improve their differential ( $C^1$ ) and geometric ( $G^1$ ) continuity properties. In particular, the inclusion of shape control parameters enables fine-tuning of curvature and turning behavior (DeRose & Barsky, 1993; Li et al., 2022).

One noteworthy recent development is the quartic Catmull-Rom spline proposed by Li et al. (2022), which extends the classical cubic structure to provide additional shape control and energy minimization capabilities. Furthermore, the  $\alpha$ -parametrized Catmull-Rom splines introduced by Li and Chen (2016) incorporate a shape parameter that offers a theoretical foundation for lambda-based control mechanisms.

Additionally, Gao et al. (2023) developed a vision-based lane mapping system that employs Catmull-Rom splines to generate accurate lane boundaries for autonomous vehicles using monocular camera input. Another innovative study by Zhou et al. (2025) demonstrates the use of spline approximations in adversarial infrared attacks, highlighting the expanding role of splines in security applications. The increasing integration of spline-based tools such as the SACETraj AutoCAD plugin further illustrates the growing importance of these curves in industrial CAD systems (Zhang et al., 2024).

In the context of robotic systems, digital twins are increasingly used to replicate the motion, kinematics, and control of physical robot arms in a virtual environment (Boschert & Rosen, 2016; Tao et al., 2019). One of the key challenges in such systems is to generate smooth and accurate path trajectories that the robot can follow in real-time without abrupt movements or overshooting. The proposed  $\lambda$ -modified Catmull–Rom spline model can serve as a powerful tool for defining these paths with high local geometric control. By adjusting the  $\lambda$  parameter, engineers and system designers can fine-tune the curvature and smoothness of a robotic arm’s trajectory, optimizing it for specific tasks such as welding, painting, or pick-and-place operations. Moreover, the spline model can be integrated into a digital twin framework to simulate and monitor how changes in the path geometry affect the robot's behavior in real-time. This allows for rapid prototyping and iterative optimization of robotic movements within the virtual environment before deploying commands to the physical system. The flexibility provided by the  $\lambda$  parameter supports adaptive trajectory adjustments in response to sensor feedback or external disturbances, which is essential in digital twin-based control strategies. Therefore, the  $\lambda$ -modified Catmull–Rom spline not only enhances geometric control in curve modeling but also presents a practical advantage in digital twin applications for robotics, where real-time responsiveness and adaptability are critical.

These recent advances show that Catmull–Rom splines, especially in their  $\lambda$ -modified form, are evolving beyond traditional graphic modeling contexts into powerful tools for real-time trajectory optimization, safety-critical control, and digital twin-based engineering applications across multiple disciplines.

## 2. Review of Interpolating Splines and Catmull–Rom Curves

### 2.1. Definition and Properties of Catmull–Rom Spline Curves

A Catmull–Rom spline curve is defined for  $t \in [0,1]$  and control points  $P_i \in \mathbb{R}^3$ , where  $i=0,1,\dots,n$  and  $n \geq 3$ . The curve is given by the following expression [(Catmull & Rom, 1974); (Arasteh et al., 2021); (Derose et al., 1988); (Li et al., 2022)]:

$$Q(t) = \frac{1}{2} \{ (t^3 - t^2)P_{i+2} + (-3t^3 + 4t^2 + t)P_{i+1} + (3t^3 - 5t^2 + 2)P_i + (-t^3 + 2t^2 - t)P_{i-1} \},$$

(Catmull, 1974)(Arasteh vd 2021) (Derose et al., 1988) (Li vd. 2022). This expression can also be written using blending functions as follows:

$$h_0(t) = \frac{1}{2}(-t^3 + 2t^2 - t),$$

$$h(t) = \frac{1}{2}(3t^3 - 5t^2 + 2),$$



$$h_2(t) = \frac{1}{2}(-3t^3 + 4t^2 + t),$$

$$h_3(t) = \frac{1}{2}(t^3 - t^2),$$

which satisfy the following properties:

- a) *Partition of Unity*:  $h_0(t) + h_1(t) + h_2(t) + h_3(t) = 1$ .
- b) *Symmetry*:  $h_i(1 - t) = h_{3-i}(t)$ ,  $i = 0, 1, 2, 3$ .
- c) *Endpoint Conditions*:

$$h_0(0) = h_2(0) = h_3(0) = 0, \quad h_1(0) = 1,$$

$$h_0(1) = h_1(1) = h_2(1) = 0, \quad h_3(1) = 1,$$

First derivatives at the endpoints:

$$h_0'(0) = -\frac{1}{2}, \quad h_1'(0) = h_3'(0) = 0, \quad h_2'(0) = \frac{1}{2},$$

$$h_0'(1) = h_2'(1) = 0, \quad h_1'(1) = -\frac{1}{2}, \quad h_3'(1) = \frac{1}{2}$$

Additionally, the intermediate tangent vectors are defined as:

$$\Delta P_{i+j} = \frac{P_{i+j+1} - P_{i+j-1}}{2}$$

which are used to construct the local interpolation between control points in Catmull–Rom spline segments (Li vd., 2022).

Although Catmull–Rom splines provide  $C^1$ -continuous interpolations, they may exhibit sharp corners or self-intersections when the control points are irregularly spaced. To address these issues, parametrization methods such as chordal and centripetal schemes have been introduced (Yüksel et al., 2011), improving visual smoothness and avoiding unwanted artifacts.

In this study, a modified tangent formulation is introduced using a scalar parameter  $\lambda$ , which scales the magnitude of the tangent vectors. This allows more flexible control over the geometric stiffness and smoothness of the curve while preserving interpolation properties. The  $\lambda$ -modified approach offers a new way to balance sharp and smooth transitions in spline-based modeling.

## 2.2. Modified Tangent-Based Spline Construction Using $\lambda$ -Scaling

In classical Catmull–Rom splines, the tangent vectors used for each curve segment are defined by a fixed formula. In this study, a parameter that controls the magnitude of the tangent vectors is introduced to provide greater flexibility over the curve shape. With this parameter, the smoothness or sharpness of the curve can be adjusted.

**Definition 2.2.1.** Given a sequence of control points  $\{P_i\}_{i=0}^n \subset \mathbb{R}^3$  and a fixed parameter  $\lambda \in \mathbb{R}^+$ , the lambda-modified Catmull–Rom curve  $Q(t)$ , defined for  $t \in [0, 1]$ , is given by:

$$Q(t) = \frac{1}{2}[(\lambda t^3 - \lambda t^2)P_{i+2} + ((\lambda - 4)t^3 + (6 - 2\lambda)t^2 + \lambda t)P_{i+1} + ((4 - \lambda)t^3 + (\lambda - 6)t^2 + 2)P_i + (-\lambda t^3 + 2\lambda t^2 - \lambda t)P_{i-1}]$$

This formulation resembles the classical Catmull–Rom structure but leads to the emergence of new blending functions that depend on the introduced parameter. Modifying the blending functions via this parameter allows users to gain local control over the shape of the curve. Modifying the blending functions are

$$b_0(t) = \frac{1}{2}(-\lambda t^3 + 2\lambda t^2 - \lambda t),$$

$$b_1(t) = \frac{1}{2}((4 - \lambda)t^3 + (\lambda - 6)t^2 + 2),$$

$$b_2(t) = \frac{1}{2}((\lambda - 4)t^3 + (6 - 2\lambda)t^2 + \lambda t),$$

$$b_3(t) = \frac{1}{2}(\lambda t^3 - \lambda t^2).$$

The properties of the modified blending functions, along with their advantages and disadvantages, are given below.

a) *Partition of Unity* : The newly defined lambda-modified Catmull-Rom spline generally does not preserve the partition of unity. As a result, unlike classical splines, the curve may extend beyond the convex hull of its control points. However, since this modification can be applied in a controlled manner, it enhances the user's control over the shape of the curve.

b) *Symmetry*: Although the classical definition of Catmull–Rom splines possesses the property of parametric symmetry ensuring that the curve traced over  $t \in [0,1]$  is geometrically identical (but directionally reversed) to that traced over  $t \in [1,0]$ , this feature is not strictly necessary for all applications. In domains such as path and trajectory design or physical system modeling, where directional information is significant, asymmetric (direction-dependent) behavior of the curve may offer distinct advantages rather than limitations. In this context, the lambda-modified Catmull–Rom splines, although they may lose parametric symmetry, provide users with enhanced geometric flexibility and local control over the curve's shape.

c) *Endpoint Conditions*:

$$b_0(0) = b_2(0) = b_3(0) = 0, \quad b_1(0) = 1,$$

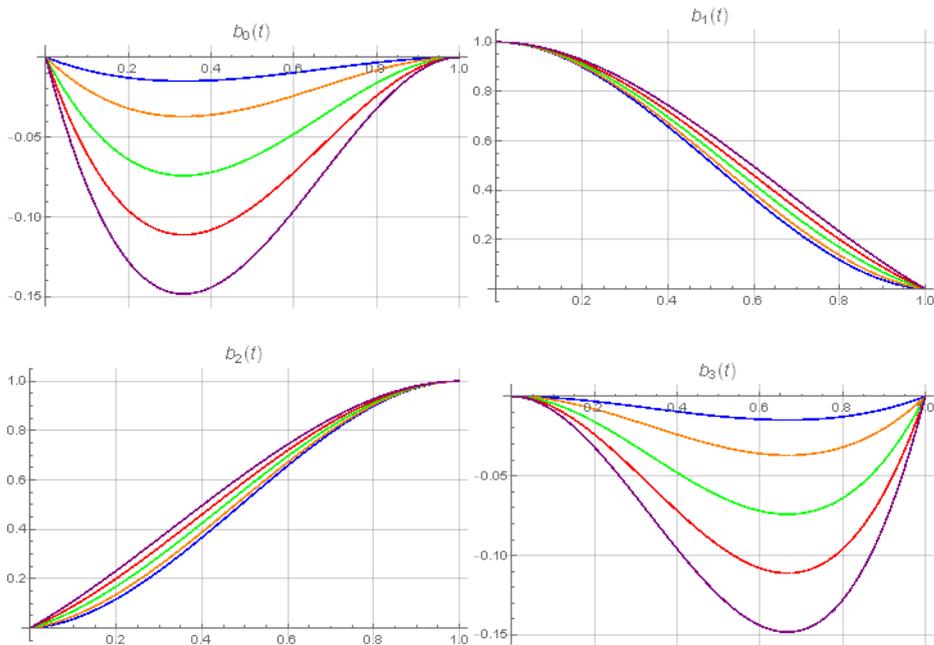
$$b_0(1) = b_1(1) = b_3(1) = 0, \quad b_2(1) = 1,$$

First derivatives at the endpoints:

$$b_0'(0) = -\frac{\lambda}{2}, \quad b_1'(0) = b_3'(0) = 0, \quad b_2'(0) = \frac{\lambda}{2},$$

$$b_0'(1) = b_2'(1) = 0, \quad b_1'(1) = -\frac{\lambda}{2}, \quad b_3'(1) = 0.$$

These values indicate that the derivatives of the modified blending functions at the endpoints are proportional to  $\lambda$ , and that the classical Catmull-Rom spline's endpoint derivative conditions are preserved in a generalized form. Figure <sup>a)</sup> demonstrates the geometric variation of the lambda-modified Catmull-Rom spline under different values of the lambda parameter, highlighting its local shape control capability.



**Figure 1.** Blending functions of lambda-modified Catmull-Rom spline

**Theorem 2.2.1.** The lambda-modified Catmull-Rom splines maintain  $C^0$  continuity, ensuring that the curve remains connected across consecutive segments.

*Proof.* A Catmull-Rom spline is defined by four control points  $P_0, P_1, P_2, P_3$ , and is a Hermite-type spline curve defined over the interval  $t \in [0,1]$

$$Q(0) = b_3(0)P_{i+2} + b_2(0)P_{i+1} + b_1(0)P_i + b_0(0)P_{i-1} = P_i,$$

$$Q(1) = b_3(1)P_{i+2} + b_2(1)P_{i+1} + b_1(1)P_i + b_0(1)P_{i-1} = P_{i+1}$$

In this case:

$$\lim_{t \rightarrow 1^-} Q_i(t) = P_{i+1} = \lim_{t \rightarrow 0^+} Q_{i+1}$$

That is, successive spline segments share the same position at the junction point.

**Theorem 2.2.2.** Lambda-modified Catmull–Rom splines possess tangent (i.e.,  $C^1$ ) continuity between successive segments when  $\lambda$  is constant.

*Proof.* Let us take the derivative of the spline:

$$Q'(t) = b_3'(t)P_{i+2} + b_2'(t)P_{i+1} + b_1'(t)P_i + b_0'(t)P_{i-1}$$

Then, we have

$$\lim_{t \rightarrow 1^-} Q'_i(t) = \frac{\lambda}{2}P_{i+2} - \frac{\lambda}{2}P_i = \lim_{t \rightarrow 0^+} Q'_{i+1}(t)$$

In this case  $Q'_i(1) = Q'_{i+1}(0)$ . Since the derivative vectors at the junction point are equal, the spline maintains  $C^1$  continuity between consecutive segments.

**Theorem 2.2.3.** Lambda-modified Catmull–Rom splines provide geometric tangent continuity ( $G^1$ ) between successive curve segments for arbitrary values of  $\lambda$ .

*Proof.* Geometric continuity of order one ( $G^1$ ) between two curve segments requires that their tangent vectors at the common junction point be proportional, i.e.,  $T_1 = \alpha T_2$ , for some scalar  $\alpha > 0$ . From theorem 2.2.2 we have

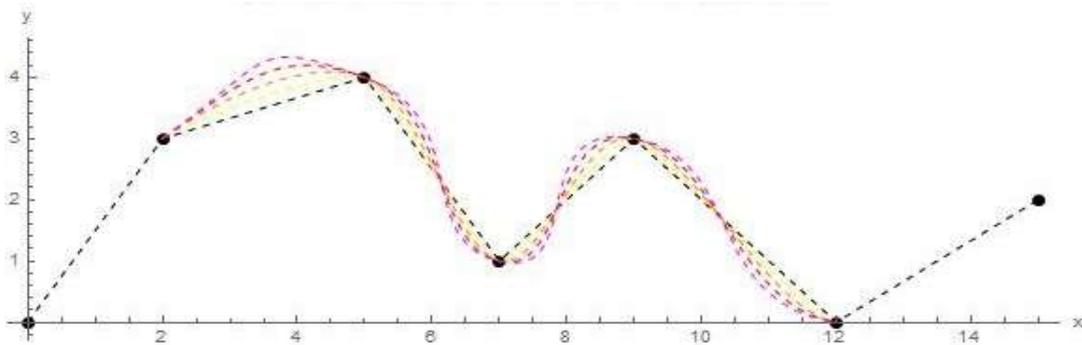
$$Q'_i(1) = \frac{\lambda}{2}P_{i+2} - \frac{\lambda}{2}P_i = \lambda \frac{P_{i+2} - P_i}{2}$$

This expression shows that as long as the direction is preserved, the tangent vectors remain aligned regardless of  $\lambda$ . Therefore geometric continuity of order one is satisfied for all  $\lambda > 0$ .

**Example 2.2.4.** The figure illustrates modified Catmull–Rom curves generated for different values of the parameter  $\lambda$ . Using a fixed set of control points, the curves were computed for  $\lambda = 0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ . clearly demonstrating how the shape of the curve changes as a function of  $\lambda$ . When  $\lambda$  is small (e.g., 0.5), the resulting curves exhibit smoother transitions and lower curvature oscillations. As  $\lambda$  increases, the curves begin to display sharper turns and the local curvature increases significantly.

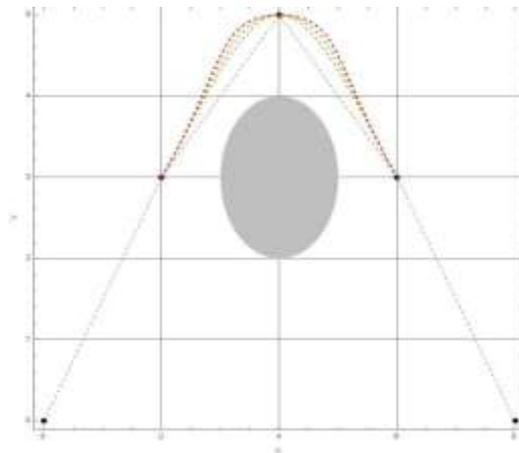
This structure enables the user to directly control the geometry of the curve simply by adjusting the  $\lambda$  parameter.

This example highlights how both smooth and sharp directional changes can be achieved within the same curve model, which is particularly valuable in applications such as path and route planning, robot trajectory tracking, and animation transitions. It also demonstrates the flexibility and local control made possible by the modified blending functions. Figure <sup>b)</sup> provides an example of an artificial path generated using the lambda-modified Catmull–Rom spline, illustrated for different values of the lambda parameter.



**Figure 2.** The Effect of the Lambda Parameter on Artificial Path Curves

**Example 2.2.5.** Obstacle avoidance trajectories generated using  $\lambda$ -modified Catmull–Rom splines. The gray circle represents a fixed obstacle in the robot’s workspace. Different values of  $\lambda$  result in distinct path behaviors: lower  $\lambda$  values (green) produce smoother curves that more gradually avoid the obstacle, while higher  $\lambda$  values (red) create sharper deviations. This demonstrates the potential of  $\lambda$ -modified splines in adaptive and safe trajectory planning in robotic digital twin environments.



**Figure 3.** Alternative paths generated using  $\lambda$  for obstacle avoidance

These results underline the applicability of the proposed method in engineering scenarios, especially where real-time path adjustments and trajectory optimization are essential. The integration of geometric modeling with numerical tuning via  $\lambda$  provides a versatile tool for applied sciences.

In Table 1 comparison of classical and lambda-modified Catmull–Rom splines is given.

<b>Feature</b>	<b>Classical Catmull–Rom Spline</b>	<b>Lambda-Modified Catmull–Rom Spline</b>
<b>Geometric Definition</b>	Interpolation using fixed tangent vectors	Interpolation using tangent vectors scaled by $\lambda$
<b>Tangent Vector</b>	$\frac{1}{2}(P_{i+2}-P_i)$	$\frac{\lambda}{2}(P_{i+2}-P_i)$
<b>Blending Functions</b>	Lambda-independent, fixed polynomials	Lambda-dependent, adaptive polynomial functions
<b>Interpolation at Control Points</b>	Yes	Yes
$C^0$ Continuity	Satisfied	Satisfied
$C^1$ Continuity	Satisfied	Satisfied for constant $\lambda$
$G^1$ Continuity	Satisfied	Satisfied for $\lambda > 0$
<b>Symmetry Property</b>	Satisfied	Generally not satisfied due to directional tangents
<b>Local Shape Control</b>	Limited	Available through $\lambda$ parameter
<b>Applications</b>	Animation, graphics, general curve interpolation	Path planning, robotics, simulation, trajectory control
<b>Smoothness</b>	Not adjustable	Adjustable with $\lambda$
<b>Partition of Unity</b>	Satisfied	Not guaranteed

**Table 1.** Comparison of Classical and Lambda-Modified Catmull–Rom Splines

## CONCLUSION

The primary contribution of this study is the development of a new interpolation framework based on a  $\lambda$ -modified version of the classical Catmull–Rom spline. Unlike the traditional formulation that employs fixed tangent vectors computed as a fixed fraction of neighboring control point differences, the proposed method introduces a scalar  $\lambda$  parameter to scale the tangent vectors dynamically. This modification leads to the construction of new blending functions, enabling enhanced local geometric control over curve segments. As a result, the  $\lambda$ -modified Catmull–Rom spline constitutes a novel interpolation scheme that bridges the gap between classical spline continuity and customizable shape behavior. The model retains desirable properties such as  $C^1$  and  $G^1$  continuity, while simultaneously offering adjustable curvature and flexibility, which are especially advantageous in digital twin applications involving robotic motion planning and path optimization.

## REFERENCES

1. Arasteh ST, Kalisz A. Conversion between cubic Bézier curves and Catmull–Rom splines. *SN Comput Sci.* 2021;2:398.
2. Bartels RH, Barsky BA. *An Introduction to Splines for Use in Computer Graphics and Geometric Modeling.* Amsterdam: Elsevier; 1987.
3. Catmull E, Rom R. A class of local interpolating splines. *Comput Aided Geom Des.* 1974;1:317–326.
4. Dalkılıç H. *Spline Based Neural Networks* [master’s thesis]. Istanbul: Işık University; 2005.
5. DeRose TD, Barsky BA. Geometric continuity, shape parameters, and geometric constructions for Catmull–Rom splines. *Comput Graph.* 1993.
6. Gao Y, Chen H, Liu M. Vision-based lane boundary generation using Catmull–Rom splines for autonomous driving. *IEEE Trans Intell Veh.* 2023;8(1):45–57.
7. Li J, Du X, Liu C, Liu S. The quartic Catmull–Rom spline with local adjustability and its advances. *Cont Disc Models.* 2022;2022(59).
8. Li J, Yang L, Zhong Y. Image scaling based on the Catmull–Rom spline surfaces with free parameters. In: *Proc Int Conf Comput Sci Artif Intell.* Paris, France: Atlantis Press; 2018.
9. Piegl L, Tiller W. *The NURBS Book.* Berlin: Springer; 1997.
10. Zhang Q, Li Y, Tan X. SACETraj: A spline-based AutoCAD plugin for industrial trajectory design. *Comput-Aid Des Appl.* 2024;21(3):233–245.
11. Zhou L, Wang T, Sun J. Spline approximation for adversarial perturbation in infrared sensing systems. *J Comput Vis Secur.* 2025;12(2):101–117.
12. Wolberg G. Monotonic cubic spline interpolation. In: *Proc Comput Graph Int Conf.* 1999.
13. Yüksel C, Schaefer S, Keyser J. Parameterization and applications of Catmull–Rom curves. *Comput Aided Des.* 2011;43(7):747–755.



14. Boschert S, Rosen R. Digital Twin – The Simulation Aspect. In: Gausemeier J, Rammig F, Schäfer W, editors. *Mechatronic Futures*. Cham: Springer; 2016. p. 59–74.
15. Tao F, Cheng Y, Qi Q, Zhang M, Zhang H, Sui F. Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data. *Int J Adv Manuf Technol*. 2019;94:3563–3576.
16. Feng Y, Chen X, Zhao Y. Trajectory planning and control for industrial robot using Catmull-Rom spline with real-time adjustment. *Robot Comput Integr Manuf*. 2021;67:101998.

### **Acknowledgements**

The authors would like to thank all colleagues and reviewers whose comments helped improve the clarity and quality of this manuscript. This work was partially supported by Fırat University.



## In Silico Evaluation of Photosensitizers Interaction with the Microphthalmia-Associated Transcription Factor in Melanoma

Boris KOVALENKO <sup>1</sup>, Betül AKÇEŞME <sup>2</sup>

<sup>1</sup>E-mail: [240301035@student.ius.edu.ba](mailto:240301035@student.ius.edu.ba); International University of Sarajevo, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Genetics and Bioengineering, Sarajevo / Bosnia and Herzegovina.

<sup>2</sup>E-mail: [bakcesme@ius.edu.ba](mailto:bakcesme@ius.edu.ba); International University of Sarajevo, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Genetics and Bioengineering, Sarajevo / Bosnia and Herzegovina; University of Health Sciences; Hamidiye Faculty of Medicine; Medical Biology; İstanbul / Türkiye.

---

### Özet

Melanom, cilt kanserlerinin en tehlikeli formu olan ciddi bir hastalıktır. Melanositlerde meydana gelen mutasyonlar, hastalığın gelişiminde kilit rol oynamaktadır. Cilt kanserleri için tedavi seçeneklerinden biri de, ışık enerjisini biriktirip tümör hücrelerini yok etmek için kullanan fotosensitizer (PS) adı verilen ilaçların kullanıldığı fotodinamik tedavidir (PDT). Bu bağlamda, fotosensitizerlerin melanositler üzerindeki etki mekanizmalarının aydınlatılması bilimsel ve pratik açıdan büyük önem taşımaktadır. Mikrotalmia ile ilişkili transkripsiyon faktörü (MITF), melanosit gelişimi, fonksiyonu ve hayatta kalmasının temel düzenleyicisi olup, aynı zamanda melanom ilerlemesi ve tedaviye dirençte de kritik bir rol oynamaktadır.

Hastalık gelişimi ile ilişkili hedef proteinlerle küçük moleküllerin etkileşimlerinin bilgisayar destekli (in silico) olarak araştırılması, yeni ilaç adaylarının belirlenmesi ve mevcut bileşiklerin etki mekanizmalarının öngörülmesi açısından yaygın olarak kullanılan bir yaklaşımdır. Bu çalışmada, potansiyel fotosensitizer bileşikler önce SwissADME aracı kullanılarak farmakokinetik özellikleri ve ilaç-benzerlikleri açısından değerlendirilmiştir. Ardından, bu bileşiklerin MITF proteini ile etkileşim potansiyelini ve bağlanma afinitesini araştırmak amacıyla AutoDock Vina modeli ile moleküler kenetlenme (docking) analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar BIOVIA Discovery Studio yazılımı ile açık ve anlaşılır şekilde görselleştirilmiştir.

Sonuçlar, MITF proteini ile klorin e6, feoforbid a ve çinko ftalosiyanın arasındaki etkileşim olasılığının yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bu bileşikler arasında en yüksek bağlanma afinitesi çinko ftalosiyanın için hesaplanmıştır. Bu bulgular, MITF'nin PDT temelli melanom tedavisinde moleküler bir hedef olarak potansiyelini ortaya koymakta ve ileri düzey deneysel doğrulama ve ilaç geliştirme çalışmaları için değerli bir başlangıç noktası sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Melanom, Fotodinamik tedavi, Mikrotalmia ile ilişkili transkripsiyon faktörü, Moleküler Docking, Fotosensitizerler.

---

### Abstract

Melanoma is a serious disease and the most dangerous form of skin cancer. Mutations in melanocytes play a key role in its development. One of the treatment options for skin cancers is photodynamic therapy (PDT), in which drugs called photosensitizers (PS) accumulate light energy and use it to destroy tumor cells. In this context, elucidating the mechanisms of action of PS on melanocytes is of great scientific and practical interest. The microphthalmia-

associated transcription factor (MITF) is a key regulator of melanocyte development, function, and survival. It is also critically involved in melanoma progression and resistance to therapy.

In silico investigation of the interaction of small molecules with target proteins associated with disease development is a widely used strategy for identifying new drug candidates and predicting the mechanisms of action of existing compounds. In this study, potential photosensitizers were first evaluated using the SwissADME tool to assess their pharmacokinetic properties and drug-likeness. Subsequently, molecular docking was performed using the AutoDock Vina model to explore the affinity and interaction potential of these compounds with MITF. All docking results were visualized clearly using BIOVIA Discovery Studio.

The results revealed a favorable potential for interaction between MITF and the photosensitizers chlorin e6, pheophorbide a, and zinc phthalocyanine. Among these, zinc phthalocyanine demonstrated the highest predicted binding affinity. These findings highlight the potential of MITF as a molecular target in PDT-based melanoma treatment and provide a valuable starting point for further experimental validation and drug development efforts.

***Keywords:* Melanoma, Photodynamic therapy, microphthalmia-associated transcription factor, Molecular docking, Photosensitizers.**

---

## INTRODUCTION

Melanoma is the most aggressive type of malignant skin tumor, accounting for 80% of skin cancer death cases (Saginala et al., 2021). The main symptoms of melanoma include pain and bleeding, and its main hazard is that melanoma cells can spread through the bloodstream and lymphatic system to form metastases (*InformedHealth.Org [Internet]*, 2006). For this reason, studying the mechanisms of development and treatment pathways for melanoma is an important task for researchers around the world.

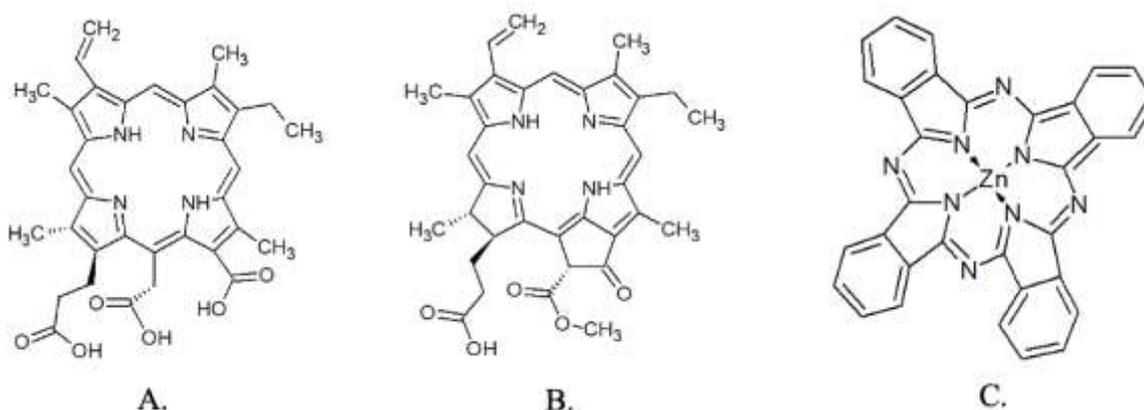
Melanoma is caused by a genetic mutation that appears in melanocytes, the cells that produce pigments (Domingues et al., 2018). On this basis, the treatment of melanoma should be aimed at destroying the pathological melanocytes. For this purpose, some biomolecules that are essential for melanocytes physiology should be inhibited. One of the promising candidates for inhibition would be microphthalmia associated transcription factor (MITF), since it is known to be an essential protein for the existence of melanocytes. MITF is involved in the early development and proliferation of normal melanocytes, and this role is conserved in melanoma cells. Therefore, MITF plays a key role in melanoma development (Garraway et al., 2005). Inhibiting MITF would inevitably lead to arresting the proliferation of skin cancer, but performing it with small drug molecules directly is problematic (Liu et al., 2023).

Nevertheless, generally transcription factors can be drug targets, for instance, a DNA-binding domain (DBD) of estrogen receptor  $\alpha$  (ER $\alpha$ ) that play an important role in the pathogenesis of breast cancer can be attacked by Proteolysis-Targeting Chimeras (PROTACs), DBD of the human androgen receptor (AR), a regulator of prostate cancer development, can also be a drug target, and DBD of another transcription factor FOXM1, whose regulatory network is a major predictor of adverse outcome of various types of cancer, may be a target for therapeutic agents; inhibition of FOXM1 may be a potential

strategy for the treatment of ovarian cancer (Candelaria et al., 2013; Davey & Grossmann, 2016; H. Li et al., 2014; X. Zhang et al., 2022; Z. Zhang et al., 2022). These facts inspire the further search for promising ligands for MITF.

Photodynamic therapy (PDT) is a promising area of cancer therapy. In PDT specific drugs (photosensitizers, PS) are injected into the body intravenously, orally or locally (depending on the type of cancer). These substances are then accumulated in the tissues affected by the tumor. To activate the PS, these tissues are illuminated with light of a certain wavelength (depends on the type of PS). Generally, PS transfers the absorbed light energy to oxygen molecules, which switch from the ground energy state to the excited state (from triplet oxygen to singlet oxygen). The oxygen molecules activated in this way oxidize the DNA of the cancer cell. Oxidative DNA damage leads to apoptosis (Yang et al., 2018). In addition, PS can react directly with substances present in the cell, generating free radicals (Henderson & Miller, 1986). In view of the above, it would be interesting to consider the possibility of MITF interaction with PS drugs, since initiation of free-radical processes in the areas of cellular localization of MITF could lead to damage of this protein and subsequent destruction of cancer cells.

One of the most promising PS, chlorin e6, has experimentally proven activity against colorectal cancer cell lines SW480, HCT116, LoVo and DLD1 (Kim & Kim, 2020; Y. Li et al., 2014), melanomas A375, B16F10 (Dadadzhanova et al., 2021; Shrestha et al., 2023). Pheophorbide a also has proven anti-cancer activity, for example, against glioblastoma (Cho et al., 2014). Zinc phthalocyanine derivatives have also been investigated in terms of their photodynamic activity and have shown some in vitro results (Pola et al., 2021). Moreover, chlorin e6 and its derivatives have already been introduced into clinical practice in Japan (Kataoka et al., 2017), Russia and Belarus (Hamblin, 2020).



**Figure 1.** Photosensitizers chemical structures: A. chlorin e6; B. pheophorbide a; C. zinc phthalocyanine

In the proposed study, molecular docking is used to investigate the possibility of interaction between chlorin e6, pheophorbide a and zinc phthalocyanine with MITF in order to check this protein as a possible target for PS. The affinity of each PS towards MITF is calculated, and the structure of the protein-ligand complexes and the types of interactions between them are visualized.

## METHODS

*Protein preparation.* Information on the three-dimensional structure of MITF (Human) was taken from the UniProt database (<https://www.uniprot.org/>), MITF ID in this database is O75030. The experimentally determined structure (X-ray, resolution 2.28 Å), which includes residues 306-395 of the A/B/C/D chains (PDB ID 7D8S), was used for docking. The protein was prepared for docking as follows: its 3D structure was downloaded from RCSB Protein Data Bank (<https://www.rcsb.org/>) in PDB format, the resulting file was opened in PyMOL molecular editor, where water molecules, small ligands, and B, C, D chains were removed from the structure. Only chain A was studied due to the fact that MITF (Human) exists as homooligomers (Pogenberg et al., 2012).

*Ligands preparation.* The chemical structures of promising drugs in the form of canonical SMILES were taken from the ChEMBL database (<https://www.ebi.ac.uk/chembl/>). In this database, the ID of chlorine e6 is ChEMBL1956500, the ID of pheophorbide a is ChEMBL510103, and the ID of zinc phthalocyanine is ChEMBL2373172. The basic physicochemical properties of the ligands were calculated using the SwissAdme service (<http://www.swissadme.ch/>), where the structures of the substances were uploaded in the form of canonical SMILES.

*Molecular docking.* Docking was performed with the AutoDock Vina model (Eberhardt et al., 2021) using the SwissDock service (<https://www.swissdock.ch/>). Ligand structures in the form of canonical SMILES were uploaded to it. The MITF structure in each case was uploaded as a PDB file obtained after preparing the target protein for docking. Docking was performed blindly, since Protein Data Bank in Europe Knowledge Base (<https://www.ebi.ac.uk/pdbe/pdbe-kb/>) contains no information on ligands that can interact with MITF, therefore it is not possible to determine the docking sites. The biggest possible box size (length, width and height 30Å) was chosen for blind docking, then the box was moved around the protein structure to find the complexes of the protein with each of the ligands with the best affinity. The most thermodynamically stable complex of chlorine e6 with MITF corresponds to the following coordinates of the center of the box – x: 7, y: 10, z: -7. For pheophorbide a, the following coordinates were chosen as the most favorable – x: 2, y: -23, z: -39. For zinc phthalocyanine the following values were chosen – x: 7, y: 10, z: -7.

*Docking results visualization.* The results obtained using SwissDock in each case were saved as an archive from which PDB files containing information on protein structure and spatial orientation of ligands in the complexes were extracted. Then, the data on the structure of the ligand in the complex with the best affinity were copied from the file containing information on ligands using Notepad, pasted into a new Notepad document, and saved in PDB format. The PDB file containing the structure of the protein was then opened using the PyMOL, and a file containing information on the structure and spatial orientation of the ligand in the best affinity complex was opened in the same PyMOL window. The protein-ligand complex was saved as a separate file in PDB format and then opened in the BIOVIA Discovery Studio. A 3D image of the protein-ligand complex showing all types of interactions between them, as well as a 2D diagram specifying the interacting residues in the protein structure and the types of interactions they are involved in were created in this application for this case. Additional information containing the distances between interacting atoms and groups of atoms was obtained from the 3D diagram and summarized in a table for each case (excluding Van der Waals interactions).

## RESULTS

General physicochemical properties of the studied PSs affecting their ability to intermolecular interaction (molecular weight, number of functional groups capable of being hydrogen bond donors or acceptors, topological polar surface area, water solubility) are presented in **Table 1**. It can be noted that the molecular weights of all three substances under consideration are close to each other, the total number of hydrogen bond donor and acceptor groups is the largest for chlorin e6, it also has the best solubility in water and biggest topological polar surface area. At first glance, chlorin e6 may seem to be the best ligand for interaction with the target protein, but further studies refute this assumption.

**Table 1.** Main physicochemical properties of photosensitizers

Properties	Chlorin e6	Pheophorbide a	Zinc phthalocyanine
Formula	C <sub>34</sub> H <sub>36</sub> N <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	C <sub>35</sub> H <sub>36</sub> N <sub>4</sub> O <sub>5</sub>	C <sub>32</sub> H <sub>20</sub> N <sub>8</sub> Zn
Molecular weight	596.67 g/mol	592.68 g/mol	581.93 g/mol
Number of hydrogen bond donors	5	3	4
Number of hydrogen bond acceptors	8	7	4
Topological Polar Surface Area (Ertl et al., 2000)	168.20 Å <sup>2</sup>	136.97 Å <sup>2</sup>	106.14 Å <sup>2</sup>
Water solubility, logS (Delaney, 2004)	-5.98 (moderately soluble)	-6.38 (poorly soluble)	-9.13 (poorly soluble)

Table 2 shows the calculated affinity values of the most thermodynamically stable ligand-protein complexes for the studied photosensitizers and MITF (affinity is composed of intramolecular and intermolecular unbound energy; the highest negative value of affinity means the greatest stability). Based on the presented affinity values, all three PSs could potentially interact with MITF as a target protein, however, the most stable would be the complex of MITF with zinc phthalocyanine and the least stable would be the complex of MITF with chlorin e6.

**Table 2.** Affinity values for the most thermodynamically stable complexes of MITF with photosensitizers

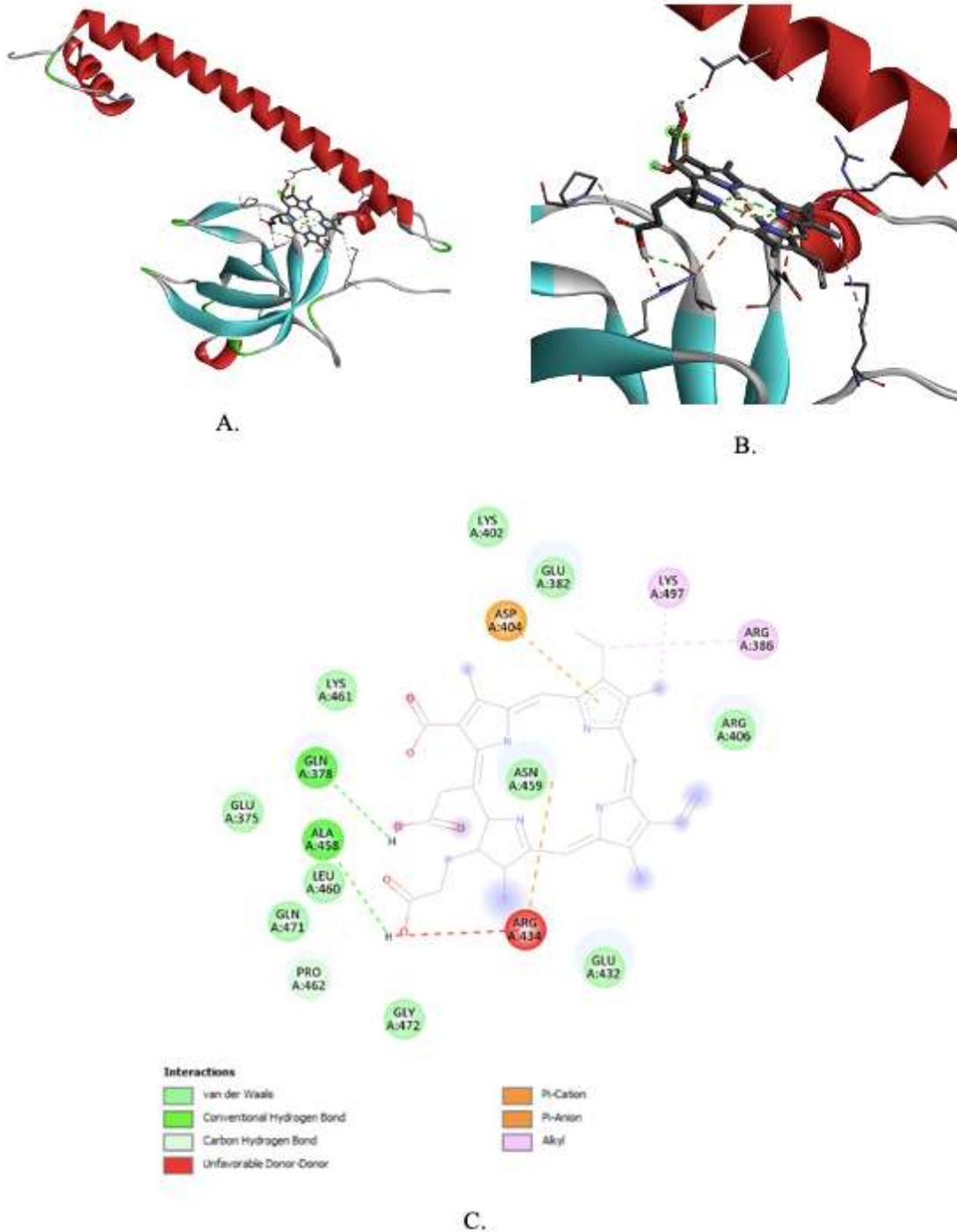
Ligand	Calculated affinity (model 1), kcal/mol
Chlorin e6	-6.795
Pheophorbide a	-7.148
Zinc phthalocyanine	-9.088

Figures 2, 3 and 4 show the spatial structure of the complexes of the considered ligands with MITF as well as the residues in the MITF structure interact with chlorin e6, pheophorbide a, and zinc phthalocyanine with the types of these interactions.

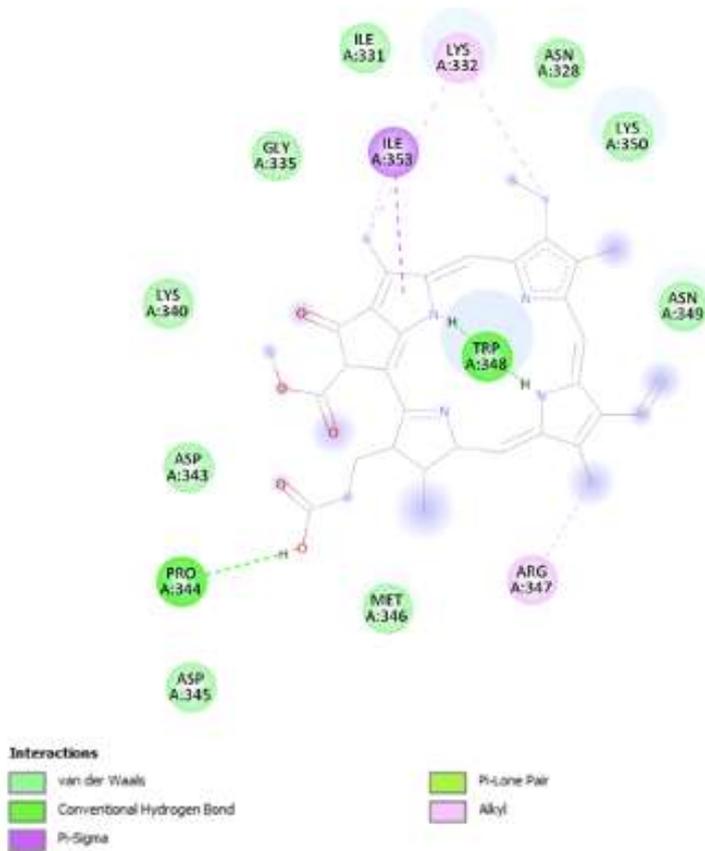
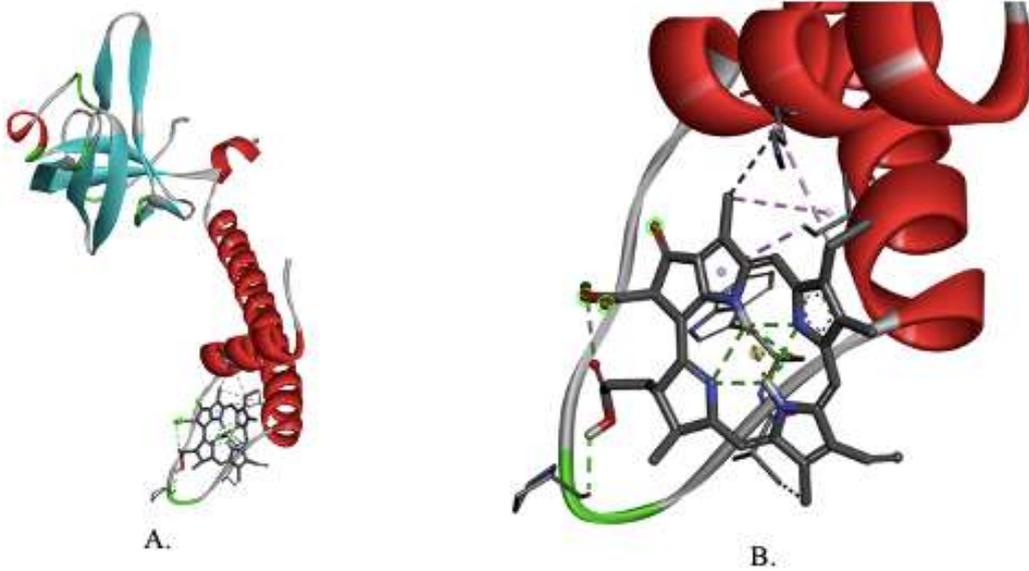
The following types of interactions are potentially present in the MITF complex with chlorin e6: Van der Waals interactions (interacting residues – Glu 375, Glu 382, Lys 402, Arg 406, Glu 432, Asn 459, Leu 460, Lys 461, Gln 471, Gly 472), conventional hydrogen bonds (interacting residues – Gln 378, Ala 458), carbon hydrogen bond (interacting residue – Pro 462),  $\pi$ -anion interaction (interacting residue – Asp 404), alkyl interactions (interacting residues – Lys 497, Arg 386), unfavorable donor-donor interaction (interacting residue Arg 434).

The following types of interactions are potentially present in the MITF complex with pheophorbide a: Van der Waals interactions (interacting residues – Asn 328, Ile 331, Gly 335, Lys 340, Asp 343, Asp 345, Met 346, Asn 349, Lys 350), conventional hydrogen bonds (interacting residues – Pro 344, Trp 348),  $\pi$ - $\sigma$  interaction (interacting residue – Ile 353), alkyl interactions (interacting residues – Lys 332, Arg 347).

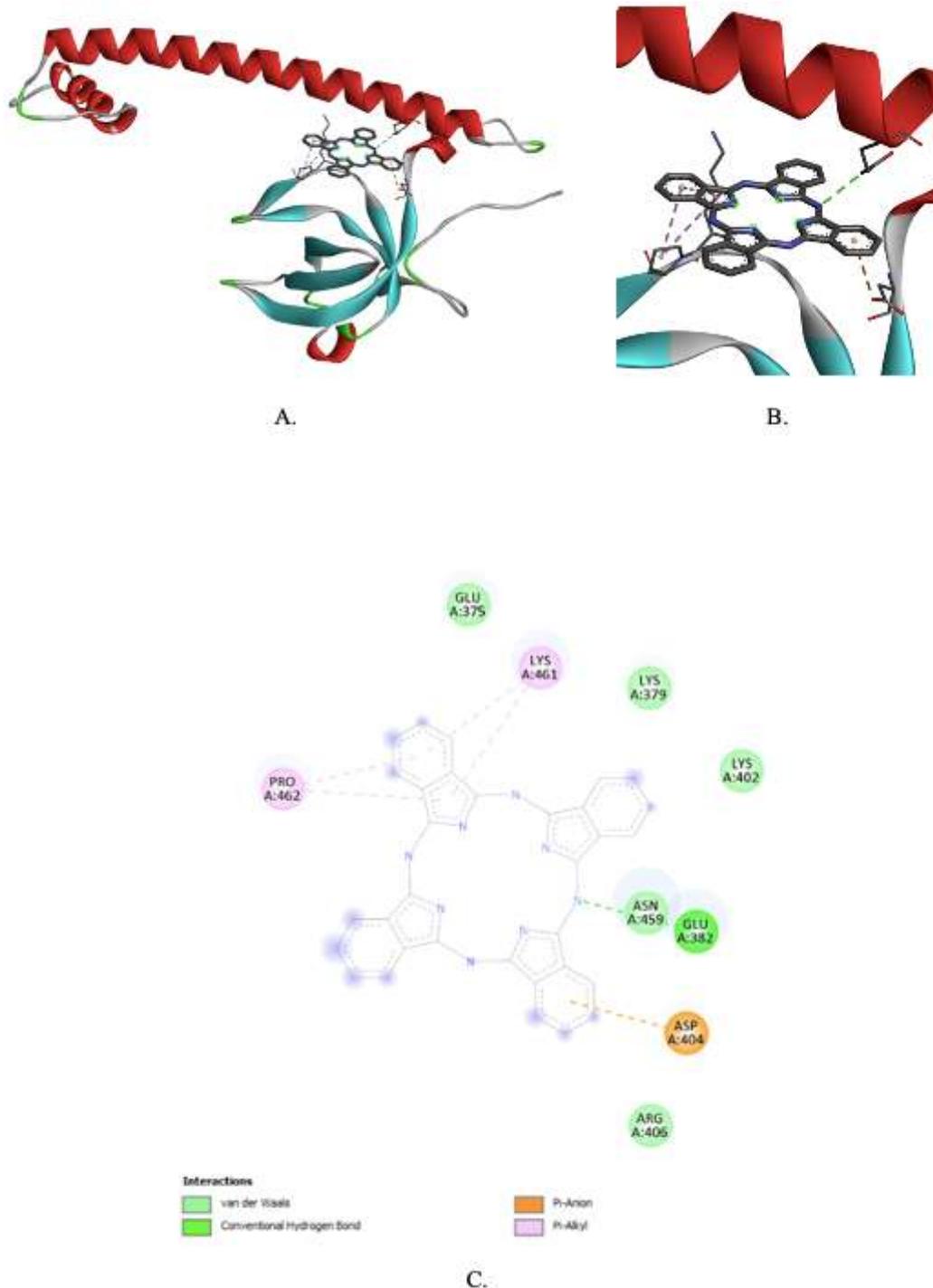
The following types of interactions are potentially present in the MITF complex with zinc phthalocyanine: Van der Waals interactions (interacting residues – Glu 375, Lys 379, Lys 402, Arg 406, Asn 459), conventional hydrogen bond (interacting residue – Glu 382),  $\pi$ -anion interaction (interacting residue – Asp 404), alkyl interactions (interacting residues – Lys 461, Pro 462).



**Figure 2.** MITF – chlorin e6 interactions: A. 3D structure of MITF – chlorin e6 complex; B. 3D structure of MITF – chlorin e6 complex (interacting parts of the protein structure); C. 2D diagram of MITF – chlorin e6 interactions



**Figure 3.** MITF – peophorbide a interactions: A. 3D structure of MITF – peophorbide a complex; B. 3D structure of MITF – peophorbide a complex (interacting parts of the protein structure); C. 2D diagram of MITF – peophorbide a interactions



**Figure 4.** *MITF – zinc phthalocyanine interactions: A. 3D structure of MITF – zinc phthalocyanine complex; B. 3D structure of MITF – zinc phthalocyanine complex (interacting parts of the protein structure); C. 2D diagram of MITF – zinc phthalocyanine interactions*

Table 3, Table 4, and Table 5 show the distances between interacting atoms (groups of atoms) in protein-ligand complexes (excluding van der Waals interactions).

**Table 3.** *Types of interactions, interacting residues, and distances between interacting groups (except for van der Waals interactions) for the pair ‘MITF – chlorin e6’*

Type of interaction	Interacting residue	Distance, Å
Conventional hydrogen bond	Gln 378	2.32
Conventional hydrogen bond	Ala 458	2.47
Carbon hydrogen bond	Pro 462	3.56
$\pi$ -anion	Asp 404	3.44
Alkyl	Lys 497	5.41
Alkyl	Arg 386	4.97
$\pi$ -cation	Arg 434	4.85
Unfavorable donor-donor	Arg 434	2.42

**Table 4.** *Types of interactions, interacting residues, and distances between interacting groups (except for van der Waals interactions) for the pair ‘MITF – pheophorbide a’*

Type of interaction	Interacting residue	Distance, Å
Conventional hydrogen bond	Pro 344	2.30
Conventional hydrogen bond	Trp 348	2.77
Conventional hydrogen bond	Trp 348	2.54
$\pi$ - $\sigma$	Ile 353	3.94
$\pi$ -ion pair	Trp 348	2.32
Alkyl	Ile 353	4.92
Alkyl	Lys 332	4.36
Alkyl	Lys 332	4.88
Alkyl	Arg 347	4.29

**Table 5.** *Types of interactions, interacting residues, and distances between interacting groups (except for van der Waals interactions) for the pair ‘MITF – zinc phthalocyanine’*

Type of interaction	Interacting residue	Distance, Å
Conventional hydrogen bond	Glu 382	3.19
$\pi$ -anion	Asp 404	3.85
$\pi$ -alkyl	Lys 461	4.79
$\pi$ -alkyl	Lys 461	5.11
$\pi$ -alkyl	Pro 462	4.63
$\pi$ -alkyl	Pro 462	5.32

## DISCUSSION AND CONCLUSION

Based on the fact that the docking sites for chlorin e6 and zinc phthalocyanine are located in the same region of MITF molecule (pheophorbide a could interact most efficiently with a different region

of this protein), it can be assumed that the stability of the complex of MITF with chlorin e6 may be reduced due to an unfavorable donor-donor interaction between one of the carboxyl groups of the ligand and an arginine residue at position 434 of the protein (the distance between these interacting fragments is 2.42 Å that could potentially mean relatively strong interaction). Undoubtedly, the results obtained require confirmation by in vitro and in vivo experiments. Moreover, since zinc phthalocyanine shows the best affinity towards MITF, in further in silico studies it would be useful to investigate the possibility and affinity of interaction of MITF with other phthalocyanines (magnesium, iron (II), etc.).

The study applied a popular approach to docking small molecules with target proteins associated with the development of various diseases, based on a combination of predicting the structure of possible complexes and binding affinity using AutoDock Vina model and visualizing structural data using molecular editors such as PyMOL (Seeliger & De Groot, 2010) or BIOVIA Discovery Studio (Ozcan et al., 2025; Rani et al., 2020), allowing potential drugs to be selected and their supposed mechanisms of action to be investigated using in silico analysis.

Similarly, previous researchers have studied the interaction of chlorin e6 with human serum albumin, a protein that regulates the biodistribution of this drug by increasing its solubility in water through encapsulation (Marconi et al., 2023). The authors of another study used molecular docking to study the mechanism of interaction between chlorin e6 and immunoglobulin G, observed in the combination of PDT and cancer immunotherapy (Xu et al., 2019). The interaction of phthalocyanines with proteins necessary for the functioning of SARS-CoV-2 was also studied using molecular docking (Alencar et al., 2022). All of the above examples validate the study of the interaction of PC as ligands with target proteins using computer modelling.

In this work, possible complexes of MITF with promising photosensitising drugs (chlorin e6, pheophorbide a, and zinc phthalocyanine) were found by molecular docking using the AutoDock Vina model. Visualization of the docking results using molecular editors (PyMOL, BIOVIA Discovery studio) clearly allowed a deeper understanding of them. Based on the calculated affinity values, the most promising for further in vivo and in vitro studies is the complex of MITF with zinc phthalocyanine.

## REFERENCES

- Alencar, W. L. M., Da Silva Arouche, T., Neto, A. F. G., De Castro Ramalho, T., De Carvalho Júnior, R. N., & De Jesus Chaves Neto, A. M. (2022). Interactions of Co, Cu, and Non-metal Phthalocyanines with External Structures of SARS-CoV-2 Using Docking and Molecular Dynamics. *Scientific Reports*, 12 (1), 3316. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07396-w>
- Candelaria, N. R., Liu, K., & Lin, C.-Y. (2013). Estrogen Receptor Alpha: Molecular Mechanisms and Emerging Insights. *Journal of Cellular Biochemistry*, 114 (10), 2203–2208. <https://doi.org/10.1002/jcb.24584>
- Cho, M., Park, G.-M., Kim, S.-N., Amna, T., Lee, S., & Shin, W.-S. (2014). Glioblastoma-Specific Anticancer Activity of Pheophorbide a from the Edible Red Seaweed Grateloupia elliptica. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24 (3), 346–353. <https://doi.org/10.4014/jmb.1308.08090>



Dadadzhanova, A., Kolesova, E., Maslov, V., Amar-Lewis, E., Goldbart, R., Traitel, T., Kost, J., & Orlova, A. (2021). Sonodynamic effect in A375 melanoma cells with Chlorin e6 induced by 20 kHz ultrasound (Version 1). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2107.01278>

Davey, R. A., & Grossmann, M. (2016). Androgen Receptor Structure, Function and Biology: From Bench to Bedside. *The Clinical Biochemist. Reviews*, 37 (1), 3–15.

Delaney, J. S. (2004). ESOL: Estimating Aqueous Solubility Directly from Molecular Structure. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, 44 (3), 1000–1005. <https://doi.org/10.1021/ci034243x>

Domingues, B., Lopes, J., Soares, P., & Populo, H. (2018). Melanoma Treatment in Review. *ImmunoTargets and Therapy*, Volume 7, 35–49. <https://doi.org/10.2147/ITT.S134842>

Eberhardt, J., Santos-Martins, D., Tillack, A. F., & Forli, S. (2021). AutoDock Vina 1.2.0: New Docking Methods, Expanded Force Field, and Python Bindings. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 61 (8), 3891–3898. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.1c00203>

Ertl, P., Rohde, B., & Selzer, P. (2000). Fast Calculation of Molecular Polar Surface Area as a Sum of Fragment-Based Contributions and Its Application to the Prediction of Drug Transport Properties. *Journal of Medicinal Chemistry*, 43 (20), 3714–3717. <https://doi.org/10.1021/jm000942e>

Garraway, L. A., Widlund, H. R., Rubin, M. A., Getz, G., Berger, A. J., Ramaswamy, S., Beroukhim, R., Milner, D. A., Granter, S. R., Du, J., Lee, C., Wagner, S. N., Li, C., Golub, T. R., Rimm, D. L., Meyerson, M. L., Fisher, D. E., & Sellers, W. R. (2005). Integrative Genomic Analyses Identify MITF as a Lineage Survival Oncogene Amplified in Malignant Melanoma. *Nature*, 436 (7047), 117–122. <https://doi.org/10.1038/nature03664>

Hamblin, M. R. (2020). Photodynamic Therapy for Cancer: What's Past is Prologue. *Photochemistry and Photobiology*, 96 (3), 506–516. <https://doi.org/10.1111/php.13190>

Henderson, B. W., & Miller, A. C. (1986). Effects of Scavengers of Reactive Oxygen and Radical Species on Cell Survival Following Photodynamic Treatment in Vitro: Comparison to Ionizing Radiation. *Radiation Research*, 108 (2), 196–205.

*InformedHealth.org [Internet]*. (2006). Cologne, Germany: Institute for Quality and Efficiency in Health Care (IQWiG). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK65083/>

Kataoka, H., Nishie, H., Hayashi, N., Tanaka, M., Nomoto, A., Yano, S., & Joh, T. (2017). New Photodynamic Therapy with Next-generation Photosensitizers. *Annals of Translational Medicine*, 5 (8), 183. <https://doi.org/10.21037/atm.2017.03.59>

Kim, J. H., & Kim, I. (2020). P62 Manipulation Affects Chlorin e6-Mediated Photodynamic Therapy Efficacy in Colorectal Cancer Cell Lines. *Oncology Letters*. <https://doi.org/10.3892/ol.2020.11522>

Li, H., Ban, F., Dalal, K., Leblanc, E., Frewin, K., Ma, D., Adomat, H., Rennie, P. S., & Cherkasov, A. (2014). Discovery of Small-Molecule Inhibitors Selectively Targeting the DNA-Binding Domain of the Human Androgen Receptor. *Journal of Medicinal Chemistry*, 57 (15), 6458–6467. <https://doi.org/10.1021/jm500802j>

- Li, Y., Yu, Y., Kang, L., & Lu, Y. (2014). Effects of Chlorin e6-Mediated Photodynamic Therapy on Human Colon Cancer SW480 Cells. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 7 (12), 4867–4876.
- Liu, Z., Chen, K., Dai, J., Xu, P., Sun, W., Liu, W., Zhao, Z., Bennett, S. P., Li, P., Ma, T., Lin, Y., Kawakami, A., Yu, J., Wang, F., Wang, C., Li, M., Chase, P., Hodder, P., Spicer, T. P., ... Wang, J. (2023). A Unique Hyperdynamic Dimer Interface Permits Small Molecule Perturbation of the Melanoma Oncoprotein MITF for Melanoma Therapy. *Cell Research*, 33 (1), 55–70. <https://doi.org/10.1038/s41422-022-00744-5>
- Marconi, A., Mattioli, E. J., Ingargiola, F., Giugliano, G., Marforio, T. D., Prodi, L., Di Giosia, M., & Calvaresi, M. (2023). Dissecting the Interactions between Chlorin e6 and Human Serum Albumin. *Molecules*, 28 (5), 2348. <https://doi.org/10.3390/molecules28052348>
- Ozcan, M., Cicek, C., & Gok, M. (2025). Exploring the GSTP1 Inhibition potential of Photosensitizer Compounds for Enhanced Cancer Treatment in Photodynamic Therapy. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 398 (6), 6963–6972. <https://doi.org/10.1007/s00210-024-03726-z>
- Pogenberg, V., Ögmundsdóttir, M. H., Bergsteinsdóttir, K., Schepsky, A., Phung, B., Deineko, V., Milewski, M., Steingrímsson, E., & Wilmanns, M. (2012). Restricted Leucine Zipper Dimerization and Specificity of DNA Recognition of the Melanocyte Master Regulator MITF. *Genes & Development*, 26 (23), 2647–2658. <https://doi.org/10.1101/gad.198192.112>
- Pola, M., Kolarova, H., Ruzicka, J., Zholobenko, A., Modriansky, M., Mosinger, J., & Bajgar, R. (2021). Effects of Zinc Porphyrin and Zinc Phthalocyanine Derivatives in Photodynamic Anticancer Therapy under Different Partial Pressures of Oxygen in Vitro. *Investigational New Drugs*, 39 (1), 89–97. <https://doi.org/10.1007/s10637-020-00990-7>
- Rani, N., Kumar Jha, A., & Khare, N. (2020). Molecular Docking Study of Dihydrohelenalin against DNMT1 to Treat Oral Cancer. *International Journal of Research and Analytical Reviews*, 7 (3), 427–437.
- Saginala, K., Barsouk, A., Aluru, J. S., Rawla, P., & Barsouk, A. (2021). Epidemiology of Melanoma. *Medical Sciences*, 9 (4), 63. <https://doi.org/10.3390/medsci9040063>
- Seeliger, D., & De Groot, B. L. (2010). Ligand Docking and Bnding Site Analysis with PyMOL and Autodock/Vina. *Journal of Computer-Aided Molecular Design*, 24 (5), 417–422. <https://doi.org/10.1007/s10822-010-9352-6>
- Shrestha, R., Mallik, S. K., Lim, J., Gurung, P., Magar, T. B. T., & Kim, Y.-W. (2023). Efficient Synthesis of Chlorin e6 and Its Potential Photodynamic Immunotherapy in Mouse Melanoma by the Abscopal Effect. *International Journal of Molecular Sciences*, 24 (4), 3901. <https://doi.org/10.3390/ijms24043901>
- Xu, J., Yu, S., Wang, X., Qian, Y., Wu, W., Zhang, S., Zheng, B., Wei, G., Gao, S., Cao, Z., Fu, W., Xiao, Z., & Lu, W. (2019). High Affinity of Chlorin e6 to Immunoglobulin G for Intraoperative



Fluorescence Image-Guided Cancer Photodynamic and Checkpoint Blockade Therapy. *ACS Nano*, 13 (9), 10242–10260. <https://doi.org/10.1021/acsnano.9b03466>

Yang, K., Niu, T., Luo, M., Tang, L., & Kang, L. (2018). Enhanced Cytotoxicity and Apoptosis Through Inhibiting Autophagy in Metastatic Potential Colon Cancer SW620 Cells Treated with Chlorin e6 Photodynamic Therapy. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 24, 332–341. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2018.10.012>

Zhang, X., Zhang, Z., Xue, X., Fan, T., Tan, C., Liu, F., Tan, Y., & Jiang, Y. (2022). PROTAC Degradation of Estrogen Receptor  $\alpha$  Targeting DNA-Binding Domain in Breast Cancer. *ACS Pharmacology & Translational Science*, 5 (11), 1109–1118. <https://doi.org/10.1021/acspsci.2c00109>

Zhang, Z., Xue, S., Gao, Y., Li, Y., Zhou, Z., Wang, J., Li, Z., & Liu, Z. (2022). Small Molecule Targeting FOXM1 DNA Binding Domain Exhibits Anti-tumor Activity in Ovarian Cancer. *Cell Death Discovery*, 8 (1), 280. <https://doi.org/10.1038/s41420-022-01070-w>

## Grafen Tabanlı Alan Etkili Transistörler

Merve AKIN<sup>1</sup>, Mehmet Akif ERİŞMİŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>E-mail: [merve.akin@karatay.edu.tr](mailto:merve.akin@karatay.edu.tr); KTO Karatay Üniversitesi, Ticaret ve Sanayi Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Bilişim Güvenliği Teknolojisi Programı, Konya/Türkiye.

<sup>2</sup>E-mail: [maerismis@erbakan.edu.tr](mailto:maerismis@erbakan.edu.tr); Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik- Elektronik Mühendisliği Bölümü, Konya/Türkiye.

---

### Özet

Grafen, mevcut transistörlerden üstün özellikleriyle malzeme biliminde çığır açıyor. Manyetik algılama, fotodedeksiyon ve biyoalgılama gibi alanlarda yüksek hassasiyet sunan bu malzeme, kâğıt inceliğinde olmasına rağmen çelikten daha güçlüdür. Bu özellikleriyle hafif zırh ve hava araçları gibi geleceğin teknolojilerinde büyük potansiyel taşır.

Bu çalışmada, ekonomik grafen bazlı alan etkisi transistörleri (GFET'ler) üretmek hedeflenmiştir. Kimyasal Buhar Biriktirme (CVD) ile üretilen grafen, özel olarak tasarlanan düşük maliyetli baskı devre kartı (PCB) üzerine transfer edilmiştir. Transfer sırasında PCB yüzeyindeki pürüzler nedeniyle performansta bazı zorluklar yaşansa da bu durum grafen transfer teknikleri ve yüzey topografyasının cihaz performansı üzerindeki etkilerine dair önemli bilgiler sağlamıştır. Elde edilen bulgular, ekonomik ve kolay ulaşılabilir grafen tabanlı sensörlerin geliştirilmesi için sağlam bir temel oluşturmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Grafen, Grafen FET, İki-boyutlu malzeme, PCB

---

### Abstract

Graphene is revolutionizing material science with properties superior to those of existing transistors. This material offers high sensitivity in areas like magnetic sensing, photodetection, and biosensing. Although it is as thin as paper, it is much stronger than steel, giving it great potential for future technologies such as lightweight armor and aircraft.

The goal of this study was to produce affordable graphene-based field-effect transistors (GFETs). Graphene was produced using Chemical Vapor Deposition (CVD) and then transferred onto a specially designed, low-cost printed circuit board (PCB). While some performance challenges were encountered due to surface roughness on the PCB during transfer, this provided important insights into the effects of graphene transfer techniques and surface topography on device performance. The

findings form a solid foundation for developing economical and accessible graphene-based sensors in the future.

**Keywords:** Graphene, Graphene FET, Two-dimensional material, PCB

## GİRİŞ

Transistör, gerilim kontrolü sağlayan ve küçük devrelerde akımları artırıp azaltabilen bir malzemedir. Devrelerde ve kablo yollarında bulunan elektronları kontrol etmekten sorumlu oldukları için elektrik kontrol cihazları olarak da bilinirler. Ayrıca devre anahtarlama fonksiyonlarını da gerçekleştirebilirler [1]. Transistörlerin devre kartı üzerinde genellikle üç bacağı vardır. Diğer bacaklar arasındaki elektrik akışı, bu bacaklardan birine verilen akımın ayarlanmasıyla doğru bir şekilde ayarlanabilmektedir.

Grafenin 2004 yılında keşfedilmesinden bu yana, gelecekte grafenin silisyumun yerini alması bekleniyor. Sensör üretiminde grafen malzemesinin kullanılmasının birkaç nedeni vardır. Bunlardan en önemlisi yüksek mekanik mukavemete, çok yüksek elektron hareketliliğine, yüksek ısıl iletkenliğe, esnekliğe ve küçük boyutlara sahip olmalarıdır [1].

### 1.1 Çalışmanın Hedefi

Bu çalışmanın amacı, iki boyutlu grafen malzeme kullanarak baskılı devre kartları aracılığıyla transistörlerin üretilmesidir. Çalışmanın temel amacı grafen kullanılarak gelecekte uygun maliyetli sensörler geliştirmektir. Bu çalışmayla üretilen grafen tabanlı alan etkili transistörler, gelecekte geliştirilebilecek sensörler gibi uygulamalara da temel teşkil etmektedir.

Yeni tasarım, grafenin baskı devre kartına aktarılmasıyla vurgulanmıştır. Bu tasarım sayesinde zamandan tasarruf edilmiş ve maddi kazanç elde edilmiştir. Üretimin basitliği ve baskılı devre kartının uyumluluğu, hataların oluşumunu azaltmak için kullanılmıştır. Kimyasal buhar biriktirme yöntemi gibi işlemlerden elde edilen bilgiler gelecekteki çalışmalara uygulanabilir.

### 1.2 Grafen

Grafen maddesi, karbon atomlarının peteğe benzer şekillerinden birine verilen isimdir. Grafenin istenilen özelliklerine göre; Süper iletken, hafif, sert veya esnek gibi kimyasal modifikasyonlara da uygundur. Bu malzemeler kolayca genişletilebilen ve dayanıklı malzemeler oluşturmak için çok kullanışlıdır. Güçlü karbon bağları sayesinde grafen dünyanın en güçlü malzemelerinden biri haline gelmiştir. Altıgen bir yapıda düzenlenmiş karbon atomlarından oluşan grafen, doğadaki iki boyutlu malzemenin tek örneğidir. Şekil 1, grafenin sahip olduğu yapıyı göstermektedir [2].



Şekil 1. Grafen [2]

Grafene olan ilginin ana nedeni bu malzemenin elektriksel özellikleridir. Bu etki bir transistör olarak kullanılabilir. Grafen transistörü ile elde edilen sonuçlara göre grafenin iletkenliği gate voltajına bağlı olarak değişim gösterir. Bu, uygulanan gate voltajına yanıt olarak direncin değiştiğini göstermektedir [3]. Grafen n-tipi ve p-tipi yarı iletkenlerin özellikleri gösterir. Grafenin iki yük taşıyıcı içeren bir malzeme olduğu sonucuna varılabilir. Bu yük taşıyıcıları harici bir gate voltajıyla kontrol edilebilmektedir.

### 1.2.1 Grafenin Kullanım Alanları

Grafenin birçok uygulaması vardır. Bu alanların yanı sıra insanlara birçok önemli konuda yardımcı olan uygulamalar da bulunmaktadır. Şekil 2’de grafen sensörlerin farklı kullanım alanları gösterilmektedir [4].



Şekil 2. Grafen sensörler [4]

Grafen sensörleri, grafenin özellikleri sayesinde boyut ve ağırlık olarak oldukça küçük ve enerjisi çok düşük olduğundan daha fazla enerjiye ihtiyaç duymadan yıllarca çalışabilir. Bahsi geçen sensörlerin kullanım alanlarının olası sınırlamalarını söylemek çok zor ancak boyutları ve kapasiteleri sifıra yakın, güç gereksinimleri neredeyse sıfırdır [4].

### 1.2.2 Grafen Üretim Metotları

Grafen çeşitli yöntemlerle üretilebilmektedir. Bunlardan en popüler olanları eksfoliasyon, kimyasal buhar biriktirme, epitaksiyel büyütme ve grafen oksit indirgenmesi olarak sınıflandırılabilir [5].

### 1.2.2.1 Eksfoliasyon

Grafit, grafen tabakalarının paketlenmiş halidir. Grafitteki zayıf bağların kırılmasıyla grafen elde edilebilir. Bağların kırılması için mekanik veya kimyasal kuvvetler kullanılır [5].

### 1.2.2.2 Kimyasal Buhar Biriktirme

Grafenin üretiminde çeşitli yaklaşımlar önerilmiş olsa da CVD kaliteli ve verimli bir üretim yöntemi olarak en çok kabul gören yöntemdir. Bu yöntem grafen katmanlarını hatasız üretebilmektedir ancak üretim için gereken alet ve ekipmanları diğer üretim yöntemlerine binaen daha pahalıdır. Grafen katmanları ilk olarak kimyasal buhar biriktirme metodu kullanılarak nikel maddesi üzerine biriktirilmiştir. Günümüzde nikel, iridyum, paladyum ve bakır gibi metallerin üzerinde CVD biriktirme yapılmaktadır. Bu yöntem, karbon atomlarının buhar fazında geçiş metalleri üzerine biriktirilmesi ve daha sonra yüzeyden uzaklaştırılarak ayrıştırılması prensibine dayanmaktadır [5].

CVD tekniği, bu tür işlemlerle yapılan kaplamalar arasında endüstriyel uygulamalar alanındaki tarihi en eski tekniktir. Kimyasal buhar biriktirme işleminin sıcaklığı 1000°C'ye kadar çok yüksektir. Yüksek sıcaklıktan ötürü, yüzey kaplaması ile çelik matris arasında difüzyon meydana gelir. Bu difüzyon olayı sayesinde mükemmel bir bağlantı elde edilir. Tabakanın ihtiyaç duyduğu elementleri sağlamak için titanyum, azot veya karbon gibi farklı gazlara ihtiyaç duyar. Gaz ile temas halinde olan tüm yüzeylerin üzeri kaplanmalıdır. Bu kaplamalar TiC ve yaklaşık olarak 6-9 µm katman kalınlığına sahip sandviç kaplamalardır (TiC – TiCN – TiN) [5].

### 1.2.2.3 Grafen Oksidin İndirgenmesi

Birbirinden oksidasyonla ayrılan grafit tabakalarındaki tek bir katmanın görünümüne verilen addır. Büyük miktarlarda grafen üretiminin yöntemlerinden biri de grafitten üretilen grafen oksidin çeşitli yollarla indirgenmesidir. Bu metodun iki büyük avantajı vardır: Uygun fiyatlı grafit hammaddeleri kullanılarak verimli üretim sağlanabilir ve üretilen grafit hidrofilik olduğundan stabil çözeltiler hazırlanabilir [5].

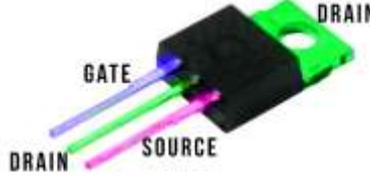
### 1.2.2.4 Epitaksiyel Büyütme

Bu işlem, silisyum karbür (SiC) üzerinde grafenin büyütülmesini kapsamaktadır. Büyütülme koşullarına bağlı olmak üzere, SiC katmanı 1150 ila 2000 derece arasında ısıtılmaktadır. Bu işlemin ardından silisyum desorpsiyonu ortaya çıkar ve geride kalan karbon atomları birleşerek grafeni oluşturur. Karbon kaynağı olarak SiC seçildiğinden, ilk tabakanın altında belirerek yeni katmanlar oluşturur ve çok katmanlı grafen elde edilebilir. Grafen katmanlarının sayısı silisyum karbür katmanının kalınlığına bağlı olarak değişir. Bu sistemin potansiyel sorunu, doğası gereği sınırlı olmasıdır. İlk grafen katmanları oluştuğunda, desorbe edilen silisyum (Si) tabakadan ayrılamaz. Böylece büyümenin sonuna geldiğini gösterir [5].

## 1.3 Alan Etkili Transistör (FET)

FET, akımdaki akışı değiştirmek amacıyla bitişik bir elektrik alanını ve ona karşılık gelen gerilim farkını kullanan bir elektron bileşeni olarak ifade edilebilir. Alan etkili transistörler tipik olarak üç terminale sahip cihazlardır: Bu iki elektrot arasından bir yarı iletken kanal geçer. Source ve drain bağlantı noktaları

adı verilen bacaklardan biri kontrol amaçlı çalışır. Gate'e uygulanan gerilim farkının yönüne ve şiddetine bağlı olarak yarı iletken bir kanalın üzerinden yüklerin aktarımına izin verebilir veya engelleyebilir [6]. Şekil 3'te alan etkili transistörlerinin temel yapısı görülmektedir [7].



Şekil 3. FET yapısı [7]

### 1.3.1 Grafen FET (GFET) Konfigürasyonu

GFET'lerde kullanılmakta olan üç çeşit konfigürasyon; Arka kapı, çift kapı ve üst kapı olarak ifade edilmektedir [8].

#### 1.3.1.1 Arka Kapılı GFET

Çoğunlukla substrat olarak silisyum dioksit ( $\text{SiO}_2$ ) tabakası (300 nm) tercih edilir ve grafen, substratın üzerinde mekanik eksfoliasyon ya da kimyasal buhar biriktirme üretim yöntemiyle büyütme işlemi gerçekleştirilir. Elektrot desenleri, aşındırma yoluyla fotoreziste aktarılır ve elektron ışınının buharlaşmasından ve hava koşullarının tamamlanmasından sonra metal elektrotlar üretilir [9].

#### 1.3.1.2 Üst Kapılı GFET

Gate dielektrik madde olarak yalıtkan bir arka yüzeyin aksine grafen yüzeyi üzerinde hazırlansa da üst kapı grafenin deseni, metal elektrotun dielektrik kapı yüzeyi üzerinde hareketsiz hale getirilmesinden oluşur. Üst kapılı GFET, baskılı devre kartı uygulamalarında daha esneklerdir. Öte yandan üst kapının mekanik hareketi arka kapı yapısına göre daha azdır. Bunun nedeni, üstteki kapının dielektriğinin daha fazla saçılmaya neden olmasıdır. Ayrıca grafen üretim sırasında kolayca çıkarılabilir. Bundan dolayı, grafendeki performansı yüksek olan taşıyıcının hareketliliğini korumak, iyi performansa sahip üst kapı GFET'leri üretmek için oldukça önemli bir noktadır [9].

#### 1.3.1.3 Arka & Üst Kapılı GFET

Arka ve iki kapıya sahip GFET'ler, kısa bir üst kapıya ek olarak arka kapılı modeller olarak da sunulmaktadır. Bahsedilen model akım-gerilim ilişkilerini anlamak amacıyla kullanılır. Grafen bazlı bir alan etkili transistör, arka kapı görevi gören iletken bir alt katman üzerinde bir grafen tabakası ve üst kapı olarak bir metal ile üretilir [9].

### 1.3.2 Grafen FET (GFET) Çeşitleri

Grafen FET'ler tek katmanlı ve iki katmanlı olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır.

### 1.3.2.1 Tek Katmanlı GFET

Tek Katmanlı GFET’te grafen, üst kapı ve arka kapı dielektrikleri arasındadır. Kapak yığını grafen kanalının üzerine yerleştirilir. Arka yığın, dielektrik özellikte olan ve arka kapı görevi gören alt bir katmandan oluşur [10].

### 1.3.2.2 Çift Katmanlı GFET

Üst geçit katmanını da içeren çift katmanlı grafen kanalında source ve drain omik kontaktlarının olduğu düşünülmektedir. Arka kapı katmanı, bir dielektrik işlevi gören ve arka kapı rolünü üstlenen bir alt tabakadır [10].

Çift katmana sahip grafen, pul pul dökülme [11] ya da CVD yöntemiyle üretilebilir. Tek katmanlı grafendeki gibi, çift katmanlı grafende de bant aralığı sıfırdır, bu sebeple yarı metal davranışı sergiler. Çift katmana sahip grafen, düşük enerji boşluğundan yararlanarak çift katmanlı grafen transistörleri [12],[13] veya zamana duyarlı transistörleri [14] oluşturmak için kullanılır.

## YÖNTEM

Bu çalışmada, grafen tabakasının üstte olacağı ve üretim adımlarının yeterli olacağı, sensörlere dayalı gelecekteki çalışmalara temel oluşturacak ucuz bir yöntem olan baskı devre üzerinde Grafen FET (GFET) tasarlanmıştır. Kullanıp atılabilen sensörler hedeflenmiştir. Kartın tasarımı sırasında üst tabakasına grafen yerleştirileceği ve bacaklardan ölçüm alınacağı varsayımıyla çizimler oluşturulmuştur. Kaplama işlemi, iletkenliği artırmak için source ve drain bacaklarına gümüş ve az miktarda altının buharlaştırılmasıyla yapılmıştır. Altın kaplama aşamasından sonra yapılan ölçümlerde kart üzerindeki grafenin yüksek iletkenliği açısından gümüş ve altın kaplamaya uygunluğu araştırılmıştır.

### 2.1 GFET Tasarımı

Alan etkili transistörler üç elektrotlu elektronik elemanlardır: Gate, drain ve source. Drain-source bacakları arasında bir kanal bulunur. Gate elektrodunun yalıtımının sağlanması gerektiği önemli bir noktadır. GFET’teki temel fark, kanalda iletkenliği sağlamak için yüksek elektrik iletkenliğine sahip olan grafen malzemesinin kullanılmasıdır. Bu çalışmada gate elektrodu üst katmana yerleştirilerek özgün bir tasarım ortaya konmuştur. Devre kartı kullanıldığı için kanalın üst tabakada olması gerekmektedir. Bu elektrotları seçerken grafenle metalin kontağında oluşabilecek olan yüksek direnç transistörü etkileyeceğinden gate elektrodu alüminyum olarak seçilmiştir.

### 2.2 GFET Üretim Adımları

GFET’in üretim aşaması transistörün üretilmesi ve grafen malzemesinin kart üzerine transferi olarak iki gruba ayrılmaktadır. Bahsedildiği gibi, FET üretimi drain-source elektrotları ve aralarındaki kanal tarafından izole edilen bir gate elektrotundan oluşur. Öncelikle FET’in üretilmesi ve ardından grafenin transfer edilmesi gerekir çünkü metal elektrotların üretilmesi sırasında grafen malzemesinin zarar görmemesi gerekmektedir. Bundan dolayı devre kartını tasarlarken kapı elektrotları alüminyumdan

seçilmiştir. Metal bacakların üzerinde meydana gelen oksitlenme yok edildikten sonra buradaki iki bacak gümüş, ardından altın ile kaplanmıştır. Kaplama işleminden sonraki adım grafenin baskı devre kartına aktarılması ve GFET'in üretiminin tamamlanmasıdır.

### 2.3 Baskı Devre Kart Tasarımı

Kartın tasarlanması Altium Designer programında gerçekleştirilmiştir. Kartların ebatları 2,1 cm<sup>2</sup>'dir. Transistörün G, D ve S yolları dirençle birleştirilerek model oluşturulmuştur.

Kısa devreyi önlemek için gate bacaklarının kalınlığının küçük olmasına dikkat edilmiştir. Bu adımlardan sonra metal bacaklara (drain-source) 2 µm kalınlığında gümüş ve 100 nm kalınlığında altın kaplama yapılmıştır. Gate bacağı yalıtkan özellikte modellenmiştir.

## BULGULAR

Grafen üretim süreci iki ana aşamadan oluşur. İlk aşamada grafen, metal bir substrat üzerinde büyütülmüştür. İkinci aşamada ise grafen, baskı devreye aktarılmış ve gerekli karakterizasyon işlemleri gerçekleştirilmiştir.

### 3.1 Tek Tabakalı Grafen Üretim Adımları

Bir katmanlı grafenin büyütülmesinde etkili yöntem CVD'dir. Sistemde Ar (Argon), H<sub>2</sub> (Hidrojen) ve CH<sub>4</sub> (Metan) gazları kütle akış kontrolünden (MFC) istenilen akış hızında geçerek her iki ucu da yalıtkan kuvars bir tüp içerisine girmektedir. Kuvars tüp sıcaklığı yüksek olan fırından geçer. Gaz geçişleri sırasında kuvars tüp istenilen sıcaklığa ulaşır. Vakum pompası ortamdaki oksijeni uzaklaştırarak kuvars tüpü dolduran sistemdeki gazları uzaklaştırır. Bu yöntem sayesinde bakır ve nikel alttaşlar üzerinde tek ya da çok katmanlı grafen yapılar oluşturmak mümkündür. Kaplama kalınlığı 10µm'den azdır.

#### 3.1.1 Metal Alttaşın Hazırlanması

Grafen üretiminde kullanılan metal substrat, 1 cm<sup>2</sup> boyutlarında kesilmiş 25 µm kalınlığındaki bakır folyolardan oluşmaktadır. Temizleme işleminde, alt tabaka önce bir cam petri kabında asetonda, ardından izopropil alkol (IPA) içinde 10 dk süreyle bekletilir ve son olarak N<sub>2</sub> gazı yardımıyla kurutulur.

Kurutulan folyolar, elektroliz sırasında asidik çözeltiye karşı elektrot olarak bağlanır ve karşı tarafına daha geniş bir yüzey alana sahip bir başka bakır levha yerleştirilir. İlk olarak bakır alttaş deiyonize su (DI) ile yıkanır. Yıkandıktan sonra asetona IPA ile yaklaşık beşer dakika yıkanır. Azot ile kurutulmuş alttaş gerekli ebatlarda kesilerek kuvars yüzeye yerleştirilip CVD fırınına konulur. Şekil 4'te kuvars zemine yerleştirilmiş olan bakırlar görülmektedir.



Şekil 4. Kuvars zemin üzerine bakırların yerleştirilmesi

### 3.1.2 Tek Tabakalı Grafenin Üretilmesi

Grafenin üretilmesi, Şekil 5'te gösterildiği gibi bir MTI OTF-1200X CVD makinesinde gerçekleştirilmiştir. Bakır alttaşların yerleştirilmiş olduğu kuvars altlık, CVD fırınının tüpüne yerleştirilmeden aseton ve IPA ile temizliği gerçekleştirilir, daha sonra nitrojen gazı ile kurutulur. Fırındaki kuvars tüpün içerisi IPA ile yıkanır. Metal olan substrat, kuvars tüp içerisine yerleştirildikten sonra, kuvars tüpün yalıtımı yapılır ve iç basınç ortalama 5 dakikada 100 mTorr seviyesine düşürülür. Bu işlemle ortam oksijenden arındırılmış olur. Ardından, 100 sccm kadar Ar (Argon) ve 50 sccm kadar H (Hidrojen) akışı başlatılır ve basınç 20 Torr değerine sabitlenir. Fırın ortalama 1030°C sıcaklığa 70-75 dakikada ulaşır ve alttaş malzeme 25 dakika boyunca 1030°C'de tutulur. İstenen işlem sıcaklığı 1000°C'ye düşürülür ve grafen sentez prosesi başlar.

Grafenin büyütülmesi aşamasında argon kapatılır ve hidrojen 400 sccm'e çıkartılır. Basıncın stabilizasyonu sağlandıktan sonra, grafeni oluşturan hidrokarbon gazı CH<sub>4</sub>, 200 sccm akış hızıyla açılır ve 5 dk boyunca gaz akışı devam ettirilir. Bu sürenin sonunda, CH<sub>4</sub> kesilir ve hidrojen akışı 50 sccm'ye düşürülür. En son argon aktive edilerek 100 sccm akış hızına ulaşılır ve cihaz oda sıcaklığına ulaşana kadar soğumaya bırakılır. Minimum 45-50 dakikalık bir soğuma süresine gerek duyulmaktadır. Fırın sıcaklığı 100°C'nin altına düştüğünde durur.



Şekil 5. MTI OTF-1200X CVD cihazı

### 3.1.3 Metal Bacakların Kaplanması

Sistem, yalnızca bir substrat üzerinde püskürtme ve termal buharlaştırma yöntemlerini kullanır. 4 adede kadar metal biriktirme imkânı sunar. Fiziksel yöntemlerle buhar biriktirme işlemleri, elektronik cihaz üretimi ve güneş hücresi uygulamaları gibi birçok alanda en iyi uygulamalardan biri olarak öne çıkmaktadır.

İnce film kaplamalarında kalınlık yaklaşık olarak 1-10 µm arasında değişmektedir. Kaplama birikimi atomik ölçekte meydana gelir. Bu sistem altın, krom, bakır, nikel, gümüş, alüminyum ve titanyum gibi metalleri buharlaştırabilme özelliğine sahiptir.

Vaksis termal buharlaştırma ünitesinde gerçekleştirilen bu işlemler 2 µm kalınlığında gümüş ve 100 nm kalınlığında altın buharlaştırma işlemi 1\*10<sup>-6</sup> Torr basınç altındadır. Kaplamalar Drain (D) ve Source (S) metal bacaklarına yapılmıştır. Peş peşe gerçekleştirilen bu işlemlerde altının tercih edilmesinin temel nedeni, oksitlenmeyen soy bir metal olmasıdır.

### 3.1.4 Grafen Transferi

Literatür taramasında PMMA transfer işlemlerinde grafen için bir destek malzemesi olarak değerlendirilmektedir ancak bizim çalışmamızda ışık ve düşük sıcaklıkta hızlı ve kolay karışabilen, kaplama ve damlatmaya uygun, fotorezist adı verilen madde tercih edilmiştir. Tarif edilen polimer malzeme, fotorezist/grafen/bakır bileşimini 70°C sıcaklıkta 18 saat kalın bir tabaka oluşturacak şekilde etüv cihazında bekletilir. Daha sonra kurutulan fotorezist kaplanmış grafenler etüv cihazdan alınır. Bakır folyoların çözülmesi için 0.1 M amonyum persülfat  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  çözeltisi içerisinde 12 saatlik bir süre boyunca tutulur. Bu sürenin sonunda fotorezist kaplanmış grafen çözeltinin yüzeyinde asılı halde kalır.

Hot plate adı verilen cihazın üzerine konulmuş olan PCB kartı üzerine fotorezist/grafen yapısı konular ve grafenin kart üzerine tamamen tutunmasını sağlar. Yapıştırma işleminin ardından kart asetona batırılır, fotorezist hafif salınım hareketleriyle aşındırılır ve kartın yüzeyinde grafen oluşturulmuş olur. Kart asetondan çıkarıldıktan sonra çözelti artıklarından arındırılması için IPA dolu bir kaptaki bir süre bekletilir. Nitrojen ile kurutulan grafenin kalitesini izlemek için Raman spektroskopisi kullanılmaktadır.

Şekil 6, grafenlerin fotorezist kaplanmış halini göstermektedir.



**Şekil 6.** Fotorezist kaplanmış grafenler

Transfer aşamasına gelindiğinde amonyum persülfat çözeltisine birkaç saat yüzdürülmeye bırakılmış olan grafenler bir saat camı kullanılarak çözeltiden çıkarılır ve saf su eklenir. Çözeltinin yoğunluğu saf su ilave edildikçe seyreltilmiş olur. Ardından saat camındaki grafenler temiz bir kâğıt aracılığı ile alınıp kuru bir peçete üzerine konular. Azot pompası yardımıyla grafenler kurutulur. 90°C derecede ısıtılacak kartların hot plate cihazına yerleştirilmesi Şekil 7’de görülmektedir. Grafen, kart yüzeye tamamen temas ettikten sonra kuru bir havlunun üzerine alınarak bir süre soğumaya bırakılır. Daha sonra fotorezisti çıkarmak için asetona doldurulmuş bir petri kabına yerleştirilir. Fotorezist malzemesi tamamen çıkana kadar beklenir daha sonra kaptan çıkarılır ve azot pompasıyla kurutulur. Bu işlemler sonucunda kalınlığı 1 nm’nin altında olan grafenler elde edilir.



**Şekil 7.** Grafenin PCB karta transferi

### 3.2 Testler

Bu araştırmadaki temel amaç uygun fiyatlı sensörler geliştirmektir. Bundan yola çıkarak devre kartı üzerine GFET oluşturarak gelecekteki araştırmaların altyapısı hazırlanmıştır. PCB ve grafenin uyumluluk özelliklerine ilişkin çeşitli sonuçlara ulaşılmıştır. Grafen numunelerinin kalitesini ve baskı devre kartıyla uyumluluğunu sahip gözlemlenmek için Raman spektrumları alınmıştır. Son aşamada ise grafenin devre kartı üzerindeki direnç değişimleri multimetre ile gözlemlenmiştir.

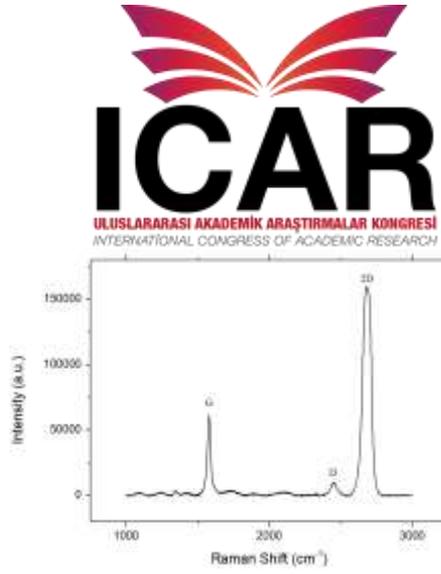
#### 3.2.1 Raman Karakterizasyonu

Raman spektroskopisi, tipik olarak bir lazer kaynağından gelen tek dalga boyundaki ışığın elastik olmayan saçılımına dayanan spektroskopik bir yöntemdir. Esnek olmayan saçılma, bir örnekle etkileşim sırasında tek bir ışık rengindeki fotonların frekansının değiştiği olguyu ifade eder. Katı, sıvı ve gaz halindeki numunelerin incelenmesinde Raman spektroskopisi kullanılabilir [15].

Raman spektroskopisi, moleküllerin titreşim hareketlerini saptamak amacıyla kullanılmakta olan birçok teknikten birisidir. Raman saçılması, kızılötesi emilimle ilişkili titreşimsel değişikliklerden kaynaklanır [16].

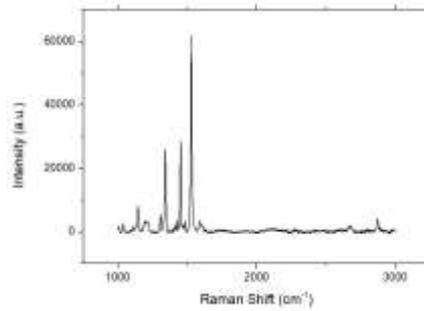
Karbon allotropları  $1350^{-1}$ ,  $1580^{-1}$ ,  $2700^{-1}$  aralıklarında G, D ve 2D pike sahiplerdir [17]. Bu piklerin sinyalleri Raman spektroskopisi ile gözlemlenebilir. Piklerin özelliklerini belirleyerek grafen katmanlarının sayısı belirlenebilir. Ayrıca bu piklerin konumu bize yapısal kusurlar, gerininin etkisi, sıcaklık ve katkı konsantrasyonları konularında bilgi sağlamıştır. Yaptıkları çalışmada [18] G ve 2D piklerinin durumlarıyla ilişkili olarak grafen tabaka sayısını göstermişlerdir. Çalışmaya göre, tek katmanlı grafenlerdeki 2D tepe noktası G zirvesinden daha keskin ve büyük olmasına rağmen, iki katmanlı grafenlerde G noktası 2D noktasından daha büyüktür ve 2D piki daha geniştir. Bununla birlikte, 2D bant, D bandının neredeyse iki katı frekansa sahiptir ve Raman saçılma süreci, ikincil saçılmadan başlar. Şekil 8, bakır formundaki grafenin Raman desenini göstermektedir.

D bandı, atomik dizideki düzensizlikler veya grafenin kenar kusurları ve içindeki dalgalanmalar nedeniyle oluşur. Grafen tabakalarının Raman spektrumunda D pikinin olmaması, grafen tabakalarında kusurların olmadığını gösterir. Grafen ve grafit için 2D bandında yoğunluk veya şekil açısından önemli değişiklikler gözlemlenmiştir [17].



**Şekil 8.** Bakır haldeki grafenin Raman görüntüsü

Şekil 9, baskı devre kartına transfer edilen grafenin Raman görüntüsünü göstermektedir.



**Şekil 9.** Grafenin Raman görüntüsü

### 3.2.2 Elektrik Ölçümleri

Gate voltajına bağlı olarak akımdaki değişimi gözlemleme hedefimiz, ilk denemelerde devre kartının yüzeyindeki pürüzlülük nedeniyle zorluklarla karşılaştık. Grafenin kart üzerindeki kontaklarının henüz ideal seviyeye ulaşamaması, başlangıçta elde ettiğimiz verilerde kaymalara ve anlamlı sonuçların elde edilmesinde güçlüğü neden oldu. Ancak, bu durum projemizin potansiyelini gözler önüne seren önemli bir başlangıç noktası oldu.

Grafen transfer edilmiş devre kartları üzerinde yaptığımız direnç okumaları, bu zorluğun üstesinden gelmemiz için bize yeni bir yol gösterdi. Henüz tam temas sağlanamamış olsa da metal bacaklara pensetle hafifçe baskı uygulayarak direnç ölçümü yapılmaya çalışıldı. Multimetre okumaları, grafen ile temasın varlığını açıkça ortaya koyuyor. Bu manuel temasla elde edilen değerler henüz tutarlı olmasa da grafen tabakasının direnç ölçümlerine yanıt verdiğini ve devrenin temel işlevselliğinin mevcut olduğunu doğruladı. Gelecekteki çalışmalarda, daha pürüzsüz yüzeyler ve kalıcı temas sağlayan tekniklerle bu potansiyel tam anlamıyla ortaya konulabilmektedir.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmamız, grafen üretim süreçlerini ve grafenin devre kartlarıyla olan uyumluluğunu test ederek, geleceğin elektronik cihazları için önemli bir temel oluşturdu. Karşılaştığımız en büyük

zorluklardan biri, devre kartı yüzeyinin pürüzlü olmasından kaynaklanan grafen temas sorunuydu. Ancak bu durum, ticari olarak daha erişilebilir ve ucuz yöntemlerin potansiyelini keşfetmemiz için bir fırsat sundu. Ayrıca literatür taramasına göre grafen ve transistör üretiminde metal malzeme olarak genellikle altın tercih edildiği gözlemlendi ve çalışmada grafenin devre kartı üzerindeki metal yüzeylerine temasını artırmak için gümüş ve üzerine altın kaplamalar uygulandı.

Devre kartının yüzeyindeki pürüzler, yüksek performanslı bir transistör elde etmemizi başlangıçta zorlaştırsa da bu deneyim bize çok değerli bir ders verdi. Bu zorluk, ucuz ve kolayca bulunabilen sensörler üzerinde çalışılması için bir kapı araladı. İlk aşamada, grafen transferini ve transistör üretimini kısmen başararak, bu teknolojinin temel işlevselliğini kanıtladık. Sorunun kaynağının devre kartının yüzey pürüzlülüğü olduğunu net bir şekilde belirledik.

Bu çalışma, grafen transferinde yüzey düzgünlüğünün kritik önem taşıdığını bir kez daha vurguladı. Bu nedenle, gelecek çalışmalarda kontrollü pürüzlülüğe sahip lam lamel alttaş veya seramik devre gibi malzemelerin tercih edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu malzemelerle, grafenin performansını en üst düzeye çıkararak, elektronik dünyasında yeni ufuklar açacak cihazlar geliştirilebilecektir. Bu çalışmanın getirdiği içgörüler, bizi daha büyük başarılarla taşıyacak birer dönüm noktası niteliğindedir.

## KAYNAKÇA

Tanrıverdi, Ç. (2020). İşlemcilerin Temel Yapı Taşı ‘Transistör’ Nedir, Nasıl Çalışır? Webteknoloji. <https://www.webteknoloji.com/transistor-nedir-nasil-calisir-h102183.html>

Şimşek, U. (2016). Geleceğimizin maddesi GRAFEN. Ufuk Marmara. <https://ufukmarmara.wordpress.com/2016/09/23/geleceğimizin-maddesi-grafen/>

Novoselov, K. S., Jiang, D., Zhang, Y., et al. (2005). Two-dimensional atomic crystals. PNAS, 102(30), 1–2.

Acarer, T. (2019). GRAFEN. TESİD. <https://tesid.org.tr/grafen>

Bedeloğlu, A., & Taş, M. (2016). Grafen ve Grafen Üretim Yöntemleri. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(1), 2–8.

Bolza, M. (2024). Understanding Field Effect Transistors. Graphenea. <https://www.graphenea.com/pages/what-are-graphene-field-effect-transistors-gfets>

Seçen, H. İ. (2015). FET ve MOSFET Nedir? Elektrikport. <https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/fet-mosfet/11345#ad-image-0>

Klekachev, A. V., Heyns, M., et al. (2013). Graphene Transistors and Photodetectors. Electrochemical Society Interface, 22(1), 2.

Ryzhii, V., Ryzhii, M., & Otsuji, T. (2008). Thermionic and tunneling transport mechanisms in graphene field-effect transistors. Physica Status Solidi, 205(7), 1–6.



Aguirre-Morales, J. D., Frégonèse, S., Mukherjee, C., Maneux, C., et al. (2017). A Large-Signal Monolayer Graphene Field-Effect Transistor Compact Model for RF-Circuit Applications. *IEEE Transactions on Electron Devices*, 64(10), 2–5.

Zhang, Y., & Martin, M. C. (2009). Direct Observation of a Widely Tunable Bandgap in Bilayer Graphene. *PubMed*, 459(7248), 1–4.

Fiori, G., & Iannaccone, G. (2018). On the possibility of tunable-gap bilayer graphene FET. *Draft*, 30(3), 1–4.

Schwierz, F. (2010). Graphene transistors. *Nature Nanotechnology*, 5(7), 487–496.

Fiori, G., & Iannaccone, G. (2009). Ultralow-Voltage Bilayer Graphene Tunnel FET. *IEEE Electron Device Letters*, 30(10), 1096–1098.

Gardiner, D. J. (1989). *Practical Raman Spectroscopy* (1st ed.). Springer.

Ferrari, A. C., Meyer, J., Scardaci, V., et al. (2006). Raman spectrum of graphene and graphene layers. *Physical Review Letters*, 97(18), 1–5.

Graf, D., Molitor, F., et al. (2007). Spatially Resolved Raman Spectroscopy of Single- and Few-Layer Graphene. *Nano Letters*, 7(2), 238–242.

Akın, M. (2021). *Grafen Tabanlı Alan Etkili Transistörler*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, Türkiye.

## Farklı PLA/TPU Katman Konfigürasyonlarının Sandviç Yapıların Çekme Dayanımına Etkisi: Eklemeli İmalat Yaklaşımı

Kürşad Ertuğrul BAY<sup>1</sup>, Yusuf SİYAMBAŞ<sup>2</sup>, Gültekin UZUN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>E-mail: [kertugrul.bay@gazi.edu.tr](mailto:kertugrul.bay@gazi.edu.tr); Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İmalat Mühendisliği, Ankara/ Türkiye.

<sup>2</sup>E-mail: [yusuf.siyambas@erzincan.edu.tr](mailto:yusuf.siyambas@erzincan.edu.tr); Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Mekanik ve Metal İşleri, Erzincan/ Türkiye.

<sup>3</sup>E-mail: [uzun.gultekin@gazi.edu.tr](mailto:uzun.gultekin@gazi.edu.tr); Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği, Ankara/ Türkiye.

---

### Özet

Bu çalışmada, eklemeli imalat (Eİ) teknolojisiyle üretilen çok katmanlı sandviç yapıların çekme dayanımı bakımından performansı incelenmiştir. Özellikle polilaktik asit (PLA) ve termoplastik poliüretan (TPU) polimerleri kullanılarak üretilen sandviç yapıların, saf PLA ve saf TPU malzemelerle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Numuneler, farklı katman kalınlıklarında (0,2 mm, 0,6 mm ve 1 mm) olacak şekilde FDM yöntemiyle Ender-3 S1 3D yazıcısı kullanılarak üretilmiş ve ASTM-D638 Tip 4 standardına uygun çekme testlerine tabi tutulmuştur. Deney sonuçlarına göre, saf PLA en yüksek çekme dayanımına ulaşmış (76,31 MPa), en yüksek uzama ise kopma göstermeyen TPU'da gözlenmiştir. Sandviç yapılarda PLA oranı arttıkça çekme dayanımı da artış göstermiş; en iyi sandviç yapı performansı %66,6 PLA içeren ve 1 mm katman kalınlığına sahip numunede (47,24 MPa) elde edilmiştir. TPU'nun esnek yapısı sandviç yapılara enerji sönümleme kabiliyeti kazandırmış, ancak mukavemeti düşürmüştür. Elde edilen bulgular, sandviç yapıların mekanik performans açısından malzeme oranları ve katman kalınlıklarına göre optimize edilebileceğini ve darbe dayanımı ile esnekliğin ön planda olduğu uygulamalar için uygunluk taşıdığını ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Çekme dayanımı, eklemeli imalat, PLA, sandviç yapılar, TPU

---

### Abstract

In this study, the tensile performance of multilayered sandwich structures produced by additive manufacturing (AM) was investigated. Specifically, sandwich structures composed of polylactic acid (PLA) and thermoplastic polyurethane (TPU) were fabricated and compared with pure PLA and pure TPU specimens. The samples were produced using the FDM technique with an Ender-3 S1 3D printer at different layer thicknesses (0.2 mm, 0.6 mm, and 1 mm), and subjected to tensile testing in accordance with ASTM-D638 Type 4 standards. According to the experimental results, pure PLA exhibited the highest tensile strength (76.31 MPa), while the highest elongation was observed in TPU, which did not fracture during testing. Among the sandwich structures, the best performance was recorded for the specimen with 1 mm layer thickness and 66.6% PLA content, reaching a tensile strength of 47.24 MPa. The elastic nature of TPU enhanced the energy absorption capacity of the sandwich structures but reduced their tensile strength. These findings suggest that the mechanical behavior of sandwich structures can be optimized by adjusting the material ratios and layer

configurations, making them suitable for applications where flexibility and impact resistance are critical.

**Keywords:** Tensile strength, additive manufacturing, PLA, sandwich structures, TPU

---

## GİRİŞ

Geleneksel üretim tekniklerinin sınırlamalarını aşmak amacıyla geliştirilen eklemeli imalat (Eİ) teknolojileri, günümüzde özellikle karmaşık geometrilerin düşük maliyetle ve kısa sürede üretilebilmesini mümkün kılmaları açısından büyük önem kazanmıştır (Günay vd. 2020). Bu teknolojiler arasında en yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan Eriyik Biriktirme Modellemesi (FDM), polimer esaslı malzemelerin üç boyutlu katmanlar halinde bir araya getirilerek ürünlerin oluşturulmasını sağlar (Karaman ve Çolak 2019). FDM yöntemi, üretim kolaylığı, düşük ekipman maliyeti ve malzeme çeşitliliği gibi avantajlarıyla dikkat çekmektedir (Ngo vd. 2018). Ancak bu yöntemin en temel sınırlılığı, katmanlar arası zayıf bağlanma nedeniyle oluşabilecek düşük mekanik dayanım problemi (Gao vd. 2021). Bu bağlamda, çok malzemeli yapıların ve sandviç yapı konfigürasyonlarının geliştirilmesi, mekanik performansın artırılması için önemli bir araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır.

Son yıllarda, çok malzemeli polimer bazlı ürünlerin üretimi ve FDM sürecine uygulanan sandviç yapı yöntemleri, endüstrinin ve araştırmacıların dikkatini çekmiştir. Çok katmanlı ve sandviç yapılar, farklı polimerlerin belirli oranlarda birleştirilmesiyle özelleştirilmiş mekanik özelliklerin elde edilmesini mümkün kılar. Bu yapılarda dış katmanlar genellikle daha sert ve dayanıklı malzemelerden, iç katmanlar ise darbe sönmüleme ve esneklik sağlayan malzemelerden seçilerek tasarım gerçekleştirilir. Bu sayede, hem çekme hem de eğilme gibi mekanik zorlamalara karşı dayanımı artırılmış, optimize yapılar üretmek mümkün hale gelmiştir. Ayrıca, farklı polimer kombinasyonlarıyla oluşturulan sandviç yapılar, özelleştirilmiş ürünler için istenilen malzeme özelliklerini elde etmede oldukça etkili bir çözüm sunmaktadır. Özellikle otomotiv sektöründe, hafif iç bileşenlerin üretiminde bu tür yapılar tercih edilmektedir (Biron 2018). Deneysel bir çalışmada Akrilonitril bütadien stiren (ABS) ve polilaktik asit (PLA) malzemeleri kullanılarak, farklı dolgu oranlarına sahip sandviç yapılar üretilmiş ve mekanik-fiziksel özellikleri incelenmiştir. Araştırma, gözenek hacminin mekanik performans üzerindeki etkisini ve hafiflik avantajını değerlendirmeyi amaçlamıştır. Çekme ve eğme testleri sonucunda, dolgu yoğunluğu arttıkça çekme mukavemetinin yükseldiği, ancak sertliğin eğme gerilimi karşısında sabit kaldığı belirtilmiştir (Saad and Sabah 2016). Başka bir çalışmada, FDM teknolojisi kullanılarak PLA, ABS ve yüksek darbe polistireni (HIPS) malzemeleriyle farklı sandviç yapı kombinasyonları üretilmiş ve bu yapıların mekanik özellikleri değerlendirilmiştir. Çekme testleri sonucunda, PLA-ABS-PLA kombinasyonunun en yüksek çekme mukavemeti, kopma uzaması ve young modülü değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir (Lopez ve Ahmad 2020). Başka bir çalışmada ABS ve PLA malzemelerle üretilen sandviç yapılar üzerinde üç ve dört noktalı eğme testleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, dolgu desenleri (bal peteği ve homojen) ile ekstrüder sayısı gibi üretim parametrelerinin mekanik özellikler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Özellikle ABS kaplamalı ve PLA bal peteği çekirdekli numunelerde, bu parametrelerin elastikiyet modülü üzerinde belirgin etkiler yarattığı sonucuna varılmıştır (Brischetto vd. 2018). Bir başka çalışmada, ABS ve PLA termoplastikleriyle üretilen tek ve çok katmanlı numunelerin mekanik performansları karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, ABS'nin daha yüksek uzama ve eğilme dayanımı

sunduğunu göstermiştir. Ancak ABS'nin zararlı uçucu bileşikler salması nedeniyle, PLA ile katmanlı yapı oluşturularak bu olumsuzlukların azaltılabileceği ve benzer mekanik performans elde edilebileceği aktarılmıştır (Shabana vd. 2019). Diğer bir çalışmada, enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretilen ABS/HIPS karışımlarında parçacık boyutunun mekanik özelliklere etkisini incelemiştir. Çalışma, ABS oranındaki artışın çekme dayanımı ve Young modülünü artırdığını, ancak kopma uzamasını azalttığını ortaya koymuştur (Dinesh vd. 2018).

Yukarıda incelenen çalışmalar, farklı polimer kombinasyonları ve üretim parametreleri ile elde edilen sandviç yapıların mekanik performansında belirgin değişiklikler yarattığını göstermektedir. Özellikle ABS ve PLA gibi yaygın kullanılan termoplastiklerin, yapılandırma biçimine (katmanlı, sandviç, dolgu oranı vb.) ve üretim sürecine bağlı olarak farklı mekanik tepkiler verdiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, bu literatür, malzeme seçiminden üretim stratejisine kadar pek çok değişkenin mekanik performansı etkilediğini vurgulamaktadır. Bu çalışmada, sandviç yapıların hem kendi aralarında hem de üretilen saf polimerlerle karşılaştırması yapılmıştır. Ayrıca bu çalışma ile sandviç yapıların endüstride daha geniş bir yelpazede kullanılabilmesi için gerekli olan bilgi birikimine katkı sağlaması hedeflenmiştir.

## YÖNTEM

Bu çalışmada, üretilen sandviç yapı numunelerin saf polimerlerle mekanik özelliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, mekanik davranış çekme testleriyle incelenmiştir. Numuneler, Ender-3 S1 marka 3D yazıcı kullanılarak PLA ve TPU polimerleriyle üretilmiştir. Üretim parametreleri; baskı hızı 60 mm/s, tabla sıcaklığı 75°C, katman yüksekliği 0,1 mm, %100 dolgu yoğunluğu ve +45°/-45° çizgisel örgü açısı olarak belirlenmiştir. Nozul çapı ise 0,4 mm'dir. Çekme testi numuneleri, 0,2 mm, 0,6 mm ve 1 mm katman kalınlıklarında tasarlanmış olup toplam kalınlıkları 3 mm'dir. Tüm sandviç yapıların en üst ve en alt katmanları PLA'dan oluşturulmuş; böylece elastik deformasyon sırasında yapının bir miktar sertlik göstermesi hedeflenmiştir. Numune üretimindeki detaylar Tablo 1'de ve üretimde kullanılan PLA ve TPU malzemelerin mekanik özellikleri ise Tablo 2'de verilmiştir.

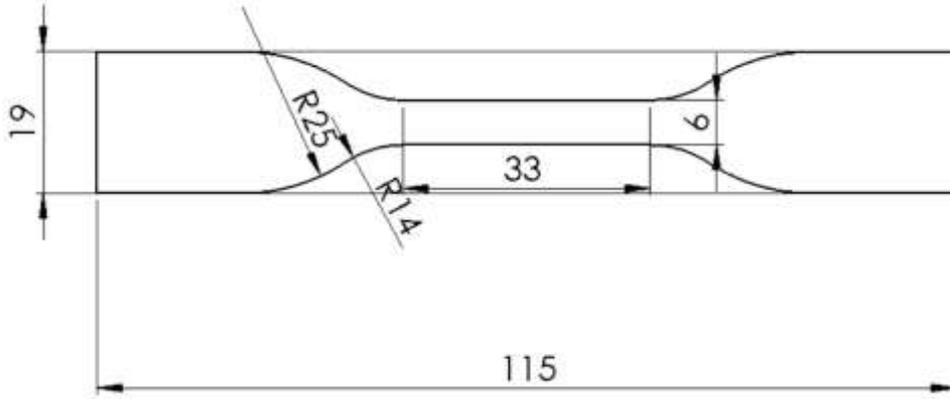
**Tablo 1.** Numune üretiminde kullanılan deney düzeneği

Deney no	Sandviç yapı katman kalınlığı (mm)	PLA sandviç yapı katman sayısı (adet)	TPU sandviç yapı katman sayısı (adet)	Toplam sandviç yapı katman sayısı (adet)	Yapıdaki PLA – TPU oranları (%)
1	0,2	8	7	15	53,3-46,6
2	0,6	3	2	5	60-40
3	1	2	1	3	66,6-33,3
4	3 (PLA)	-	-	-	100-0
5	3 (TPU)	-	-	-	0-100

**Tablo 2.** Numune üretiminde kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri

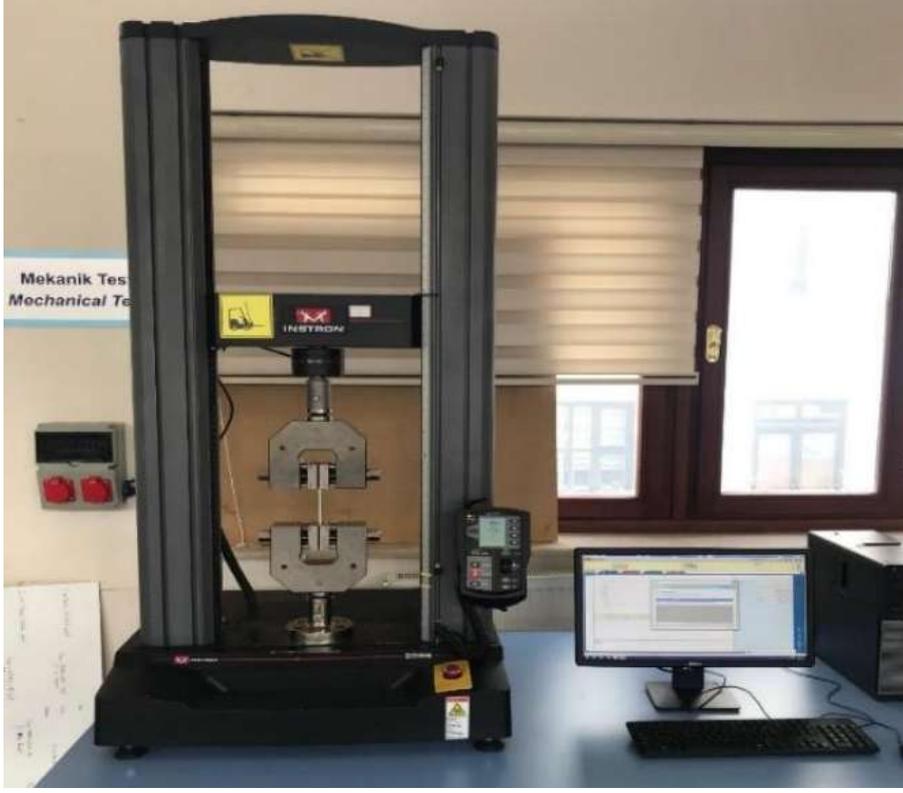
Malzeme	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Elastisite modülü (MPa)	Çekme dayanımı (MPa)	Uzama (%)
PLA	1,24	3500	60	4
TPU	1,22	26,6	9,6	810

Çekme testi numuneleri ASTM-D638 Tip 4 standartlarına uygun olarak üretilmiştir. Numunenin teknik resim detayı Şekil 1’de verilmiştir.

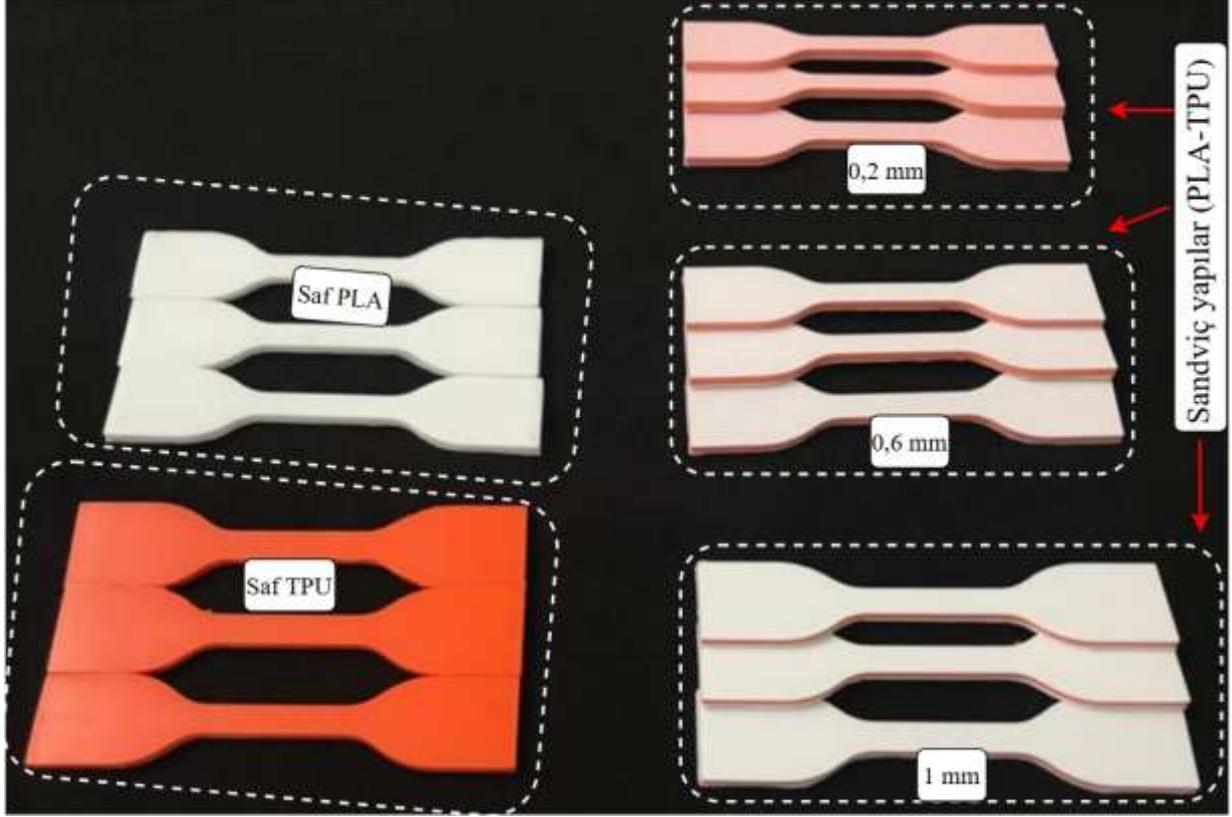


**Şekil 1.** Çekme testi numunesinin teknik resmi

Çekme testleri Instron 5969 markalı cihazda gerçekleştirilmiştir (Şekil 2). Cihazın maksimum çekme kuvveti kapasitesi 50 kN’dur. Toplamda 15 adet çekme numunesi hazırlanmıştır (Şekil 3). Her bir grup için 3 er adet çekme numunesi üretilmiştir. Sandviç numuneler içindeki polimerlerin kalınlıkları ise değişkendir. İlk grup için her bir polimerin kalınlığı 0,2 mm, ikinci grup için 0,6 mm, üçüncü grup için ise 1 mm’dir. Çekme testi sırasında gerinim hızı 5 mm/dak olarak ayarlanmıştır.



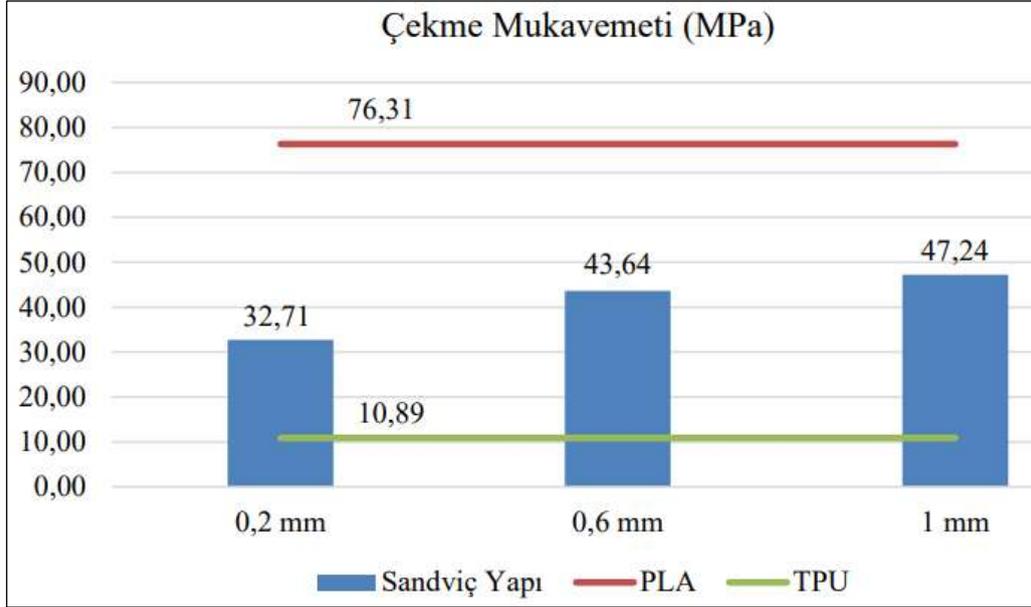
*Şekil 2. Çekme test cihazı (Bay 2024)*



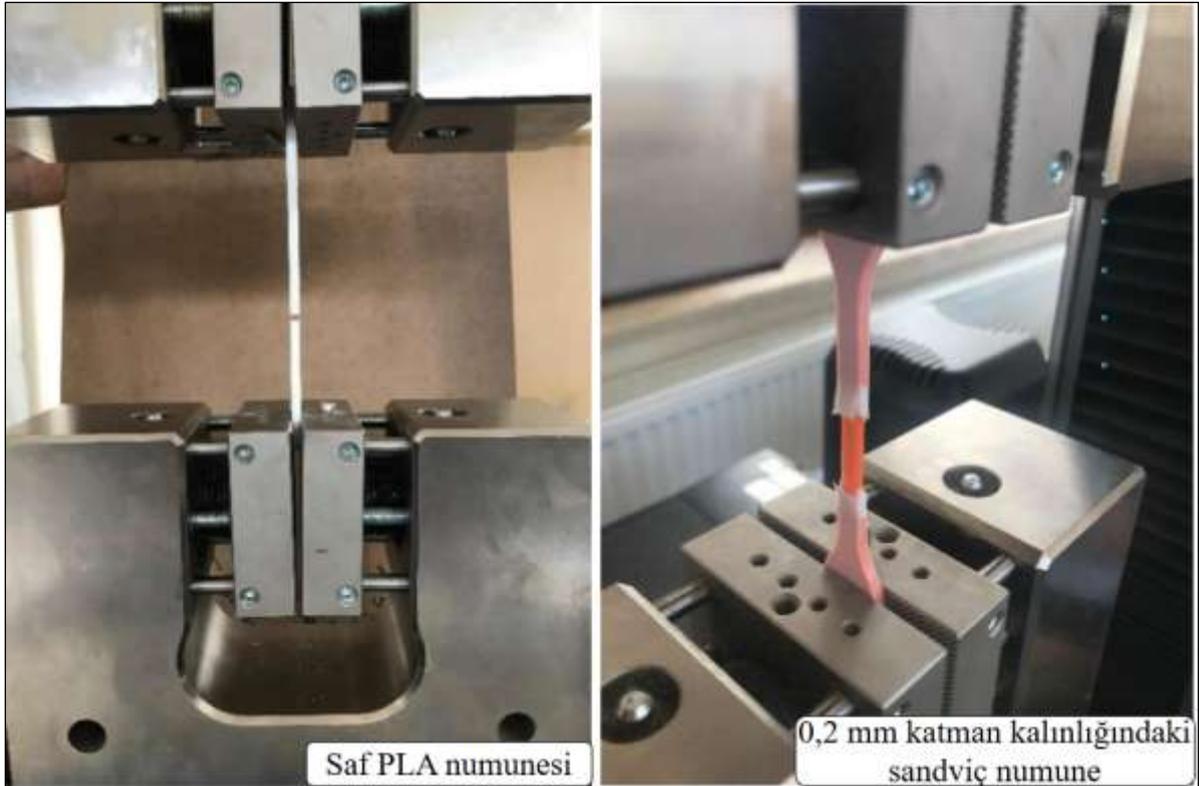
Şekil 3. Çekme testi için hazırlanan deney numuneleri (Bay 2024)

## BULGULAR VE TARTIŞMA

PLA ve TPU malzemelerinden oluşan sandviç yapıların çekme dayanımındaki değişim Şekil 4'te verilmiştir. Çekme testi sırasında saf PLA malzemesi kırılmış fakat sandviç numuneler içerdiği TPU polimeri sebebiyle esnemiştir. Bu durum Şekil 5'te sunulmuştur. Dört numune (üç adet sandviç yapı ve saf PLA yapısı) mukavemet özellikleri açısından değerlendirildiğinde, sandviç yapılar ile saf PLA malzemesi arasında belirgin farklılıklar gözlemlenmektedir. Şekil 4 incelendiğinde, saf TPU numunesinin çekme mukavemeti 10,89 MPa'dır. Saf PLA numunesinin çekme mukavemeti 76,31 MPa iken, en yüksek çekme mukavemetine sahip olan sandviç yapının 47,24 MPa ile 1 mm katman kalınlığına sahip olan numunede olduğu gözlenmiştir. Bu durum, saf PLA malzemesinin homojen yapısı sayesinde daha yüksek bir mukavemet sunduğunu göstermektedir. Saf PLA, kristalin yapısı ve rijitliği nedeniyle daha güçlü mekanik özellikler sergilerken, sandviç yapılarda TPU'nun elastik özellikleri nedeniyle daha düşük mukavemet sergilemektedir (Lopez and Ahmad 2020). TPU'nun daha yumuşak ve esnek bir polimer olması, yapının çekme mukavemetini düşüren bir faktördür (Arifvianto vd. 2022). Sandviç yapılar arasında ise katman kalınlıkları ve PLA/TPU oranlarına bağlı olarak önemli farklılıklar mevcuttur. İlk numunede her bir katman 0,2 mm kalınlıkta 15 katmandan oluşmakta olup, %53,3 PLA ve %46,6 TPU içermektedir. Bu yapı, diğer sandviç yapılara kıyasla daha yüksek TPU oranına sahip olduğundan diğer sandviç yapılara göre daha düşük bir mukavemet (32,71 MPa) göstermiştir. Katman sayısının artması ve TPU oranının yüksek olması, yapıdaki elastikiyetin artmasına yol açmakta, fakat bu durum çekme mukavemetinde bir düşüşe neden olmaktadır.

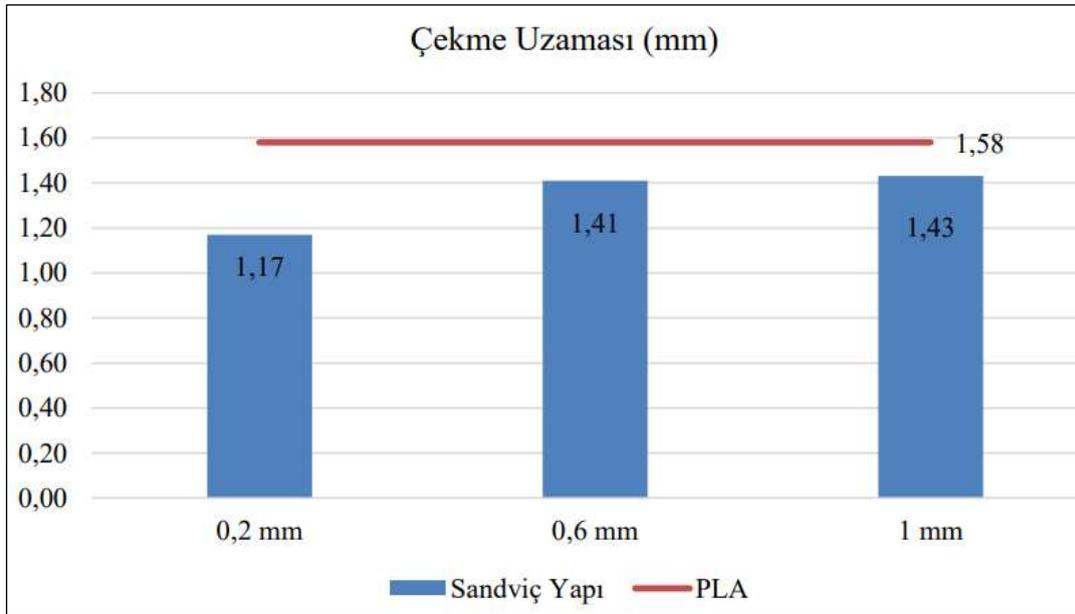


Şekil 4. Deney numunelerinin çekme mukavemeti değerleri



Şekil 5. Çekme numunelerinin test sonrası görünümü

İkinci numune, %60 PLA ve %40 TPU oranına sahiptir ve katman kalınlıkları 0,6 mm'dir. Bu numunede, 15 katmanlı numuneye kıyasla daha yüksek bir çekme mukavemeti (43,64 MPa) elde edilmiştir. PLA oranının artışı ve katman kalınlığının genişlemesi, numunenin daha rijit ve dayanıklı bir hale gelmesini sağlamıştır (Lopez ve Ahmad 2020). Üçüncü numunede ise PLA oranı %66,6'ya çıkmış ve her bir katmanın kalınlığı 1 mm'ye ulaşmıştır. Bu yapı, sandviç yapılar arasında en yüksek çekme mukavemetini (47,24 MPa) sunmuştur. PLA oranının artması ve TPU oranının azalması, numunenin mukavemetini artıran temel faktörlerdir (Dhinesh vd. 2021). Sandviç yapıların avantajlarına değinecek olursak, saf PLA yapısına kıyasla daha esnek bir davranış sergiledikleri açıktır. Çekme testi sırasında sandviç yapılar içinde bulunan TPU'nun varlığı nedeniyle kopmamış esnemiştir. TPU'nun elastik özellikleri, darbe dayanımını ve enerji sönmüleme kapasitesini artırarak, bu yapıların dinamik yükler altındaki performansını iyileştirebilir. Ayrıca, sandviç yapıların özelleştirilebilir katman yapısı sayesinde, belirli uygulamalara uygun mukavemet-esneklik dengesi sağlanabilir. Bununla birlikte, saf PLA yapısına kıyasla en büyük dezavantajı, daha düşük çekme mukavemeti sunmalarıdır. Yapıda kullanılan TPU oranı arttıkça esneklik artsa da mukavemet azalmaktadır. Şekil 6'da çekme uzaması grafiği verilmiştir.



**Şekil 6.** Deney numunelerinin çekme uzaması değerleri

Şekil 6 incelendiğinde, test numuneleri arasında en yüksek çekme uzamasını 1,58 mm ile saf PLA numunesi göstermiştir. TPU polimeri esnek polimer olmasından dolayı kopma göstermemiştir. Test, çekme uzaması 61,25 mm olduğunda sonlandırılmıştır. Sandviç numuneler arasında ise en yüksek değer 1,43 mm ile 1mm katman kalınlığına sahip numuneye aittir. 0,6 mm katman kalınlığındaki numune 1,41 mm, 0,2 mm katman kalınlığındaki numune ise 1,17 mm ile en düşük değere sahiptir. Bu durum, katman kalınlığının yani diğer bir yandan yapı içindeki PLA oranının artmasıyla doğru orantılı olarak çekme uzamasında artışa sebep olmuştur. Sonuç olarak, PLA ve TPU oranlarının yapının çekme mukavemeti üzerinde belirgin bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir. PLA oranı arttıkça mukavemet ve çekme uzaması artmakta, TPU oranı arttıkça yapı esnekliği artmakta ancak mukavemet azalmaktadır. Bu nedenle,

kullanım amacına göre PLA ve TPU oranlarının dikkatlice seçilmesi, yapının performansını optimize etmek açısından kritik öneme sahiptir. Sandviç yapıların hangi uygulama alanında kullanılacağına bağlı olarak, bu yapıların performans gereksinimlerine uygun şekilde tasarlanması büyük önem taşımaktadır. Örneğin, darbe dayanıklılığı veya hafifliğin daha kritik olduğu alanlarda sandviç yapılar ideal bir çözüm sunabilir.

## SONUÇLAR

Bu çalışmada, PLA ve TPU malzemeleriyle üretilen sandviç yapıların çekme dayanımı ve uzama özellikleri deneysel olarak incelenmiş ve elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

1. Saf PLA en yüksek çekme mukavemetine (76,31 MPa) sahipken, %66,6 PLA içeren sandviç yapı 47,24 MPa ile en iyi sandviç performansını sunmuştur.
2. TPU içeren sandviç yapılar kopmadan uzayarak elastik davranış sergilemiş, ancak mukavemetleri saf PLA'ya göre daha düşük kalmıştır.
3. 1 mm kalınlıklı sandviç numune, diğerlerine göre hem daha yüksek mukavemet hem de daha fazla uzama göstermiştir.
4. Farklı kullanım amaçları için PLA–TPU oranları ayarlanarak rijitlik, esneklik ve dayanım dengesi optimize edilebilir.
5. Sandviç yapılar, dinamik yüklere maruz kalan, hafif ve darbeye dayanıklı uygulamalar için potansiyel sunmaktadır.

Bu makale, yazar Kürşat Ertuğrul Bay tarafından Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanan “Eklemeli İmalat Yöntemiyle Üretilen Sandviç Yapılarda Mukavemet Özelliklerinin Araştırılması” başlıklı yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

## KAYNAKÇA

- Arifvianto, B. Satiti, B. E. Salim, U. A. Suyitno, Nuryanti, A. & Mahardika, M. 2022. “Mechanical Properties of the FFF Sandwich-Structured Parts Made of PLA/TPU Multi-Material.” *Progress in Additive Manufacturing* 7 (6): 1213–23. <https://doi.org/10.1007/s40964-022-00295-6>.
- Bay, K.E. 2024 "Eklemeli İmalat Yöntemiyle Üretilen Sandviç Yapılarda Mukavemet Özelliklerinin Araştırılması." Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 30.
- Biron, M. 2018 “Plastics solutions for practical problems”. *Thermoplastics and thermoplastic composites*, 883-1038.
- Brischetto, S. Ferro, C. G. Torre, R. & Maggiore, P. 2018. “3D FDM Production and Mechanical Behavior of Polymeric Sandwich Specimens Embedding Classical and Honeycomb Cores.” *Curved and Layered Structures* 5 (1): 80–94. <https://doi.org/10.1515/cls-2018-0007>.
- Dhinesh, S. K. Arun, P. S. Senthil, K. K. & Megalingam, A. 2021. “Study on Flexural and Tensile Behavior of PLA, ABS and PLA-ABS Materials.” *Materials Today: Proceedings* 45:1175–80. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.546>.
- Dinesh, S. Rajasekaran, T. Dhanasekaran, M. & Vigneshwaran, K. 2018. “Experimental Testing on Mechanical Properties of Sandwich Structured Carbon Fibers Reinforced Composites.” *IOP*



- Conference Series: Materials Science and Engineering 402 (1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/402/1/012180>.
- Gao, X. Qi, S. Kuang, X. Su, Y. Li, J. & Wang, D. 2021. “Fused Filament Fabrication of Polymer Materials: A Review of Interlayer Bond.” *Additive Manufacturing* 37 (2): 101658. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2020.101658>.
- Günay, M. Gündüz, S. Yılmaz, H. Yaşar, N. & Kaçar, R. 2020. “PLA Esaslı Numunelerde Çekme Dayanımı İçin 3D Baskı İşlem Parametrelerinin Optimizasyonu.” *Politeknik Dergisi* 23 (1): 73–79. <https://doi.org/10.2339/politeknik.422795>.
- Karaman, E. Oğuz, Ç. 2019. “Eriyik Biriktirme Yöntemi Nde Farklı Üretim Parametrelerinin Mekanik Özelliklere Etkisi Effect of Different Process Parameters on Mechanical Properties in Fused Deposition Modeling.” *ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi* 1 (2): 90–99.
- Baca Lopez, D. M. & Ahmad, R. 2020. “Tensile Mechanical Behaviour of Multi-Polymer Sandwich Structures via Fused Deposition Modelling.” *Polymers* 12 (3). <https://doi.org/10.3390/polym12030651>.
- Ngo, T. D. Kashani, A. Imbalzano, G. Nguyen, K. T. & Hui, D. 2018. “Additive Manufacturing (3D Printing): A Review of Materials, Methods, Applications and Challenges.” *Composites Part B: Engineering* 143 (February): 172–96. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.02.012>.
- Saad, N. A. Ahmed, S. 2016. “An Investigation of New Design of Light Weight Structure of (ABS/PLA) by Using of Three Dimensions Printing.” 13th International Conference “Standardization, Prototypes And Quality: A Means Of Balkan Countries’ Collaboration”, no. November 2016, 3–4. <https://www.researchgate.net/publication/312586653>.
- Shabana, R. V. N. S. Santosh, N. Sarojini, J. Vikram, K. A. & Lakshmi, V. V. 2019. “Evaluating the Mechanical Properties of Commonly Used 3D Printed ABS and PLA Polymers with Multi Layered Polymers.” *International Journal of Engineering and Advanced Technology* 8 (6): 2351–56. <https://doi.org/10.35940/ijeat.F8646.088619>.

## Investigation of hydrogen production amount of the hydrogen production facility using V-Cl thermochemical cycle in the SOMBRERO fusion reactor

Medine ÖZKAYA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>E-mail: medineozkaya@gazi.edu.tr; Gazi Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Ankara / Türkiye.

---

### Özet

Bu çalışmada SOMBRERO füzyon reaktörüne entegre edilen hidrojen üretim tesisinin hidrojen üretim potansiyeli incelenmiştir. SOMBRERO füzyon reaktöründe yakıt bölesi kalınlığı sabit tutularak %2, %4 ve %6 oranlarında UO<sub>2</sub> nükleer yakıtı kullanılmıştır. Monte Carlo nötron transport kodu yardımıyla SOMBRERO füzyon reaktörünün statik nötronik analizleri yapılmıştır. Nötronik analizlerle trityum üretim oranı (TBR) ve enerji çoğaltım faktörü (M) değerleri hesaplanmıştır. M değerine bağlı olarak hidrojen üretim tesisinin ihtiyaç duyduğu toplam termal güç (P<sub>hpf</sub>), termal güç oranı (1-ψ) ve hidrojen üretim miktarı ( $\dot{m}_{H_2}$ ) hesaplanmıştır. SOMBRERO füzyon reaktörüne entegre edilen hidrojen üretim tesisinde ise hidrojen üretim yöntemi olarak V-Cl termokimyasal yöntemi tercih edilmiştir. Çalışma sonucunda en fazla hidrojen üretiminin %6 UO<sub>2</sub> nükleer yakıt oranında yaklaşık olarak 4.203 kg/s'dir.

**Anahtar Kelimeler:** Sombrero füzyon reaktörü, V-Cl termokimyasal çevrimi, hidrojen üretimi

---

### Abstract

This study investigated the hydrogen production potential of the hydrogen production facility integrated into the SOMBRERO fusion reactor. The fuel chamber thickness in the SOMBRERO fusion reactor was kept constant and UO<sub>2</sub> nuclear fuel was used at concentrations of 2%, 4%, and 6%. Static neutronic analyses of the SOMBRERO fusion reactor were performed using the Monte Carlo neutron transport code. The tritium breeding ratio (TBR) and energy multiplication factor (M) were calculated using neutronic analyses. Based on the M value, the required total thermal power (P<sub>hpf</sub>), thermal power ratio (1-ψ), and hydrogen production rate ( $\dot{m}_{H_2}$ ) of the hydrogen production facility were calculated. The V-Cl thermochemical method was chosen as the hydrogen production method for the hydrogen production facility integrated into the SOMBRERO fusion reactor. The study revealed that the maximum hydrogen production rate was approximately 4.203 kg/s with a 6% UO<sub>2</sub> nuclear fuel content.

**Keywords:** Sombrero fusion reactor, V-Cl thermochemical cycle, hydrogen production

---

## INTRODUCTION

A country's energy use and the use of sustainable energy resources are the most important indicators of this country's development and welfare level. Some criteria have gained importance in determining energy production due to environmental problems and climate crises. Reducing carbon

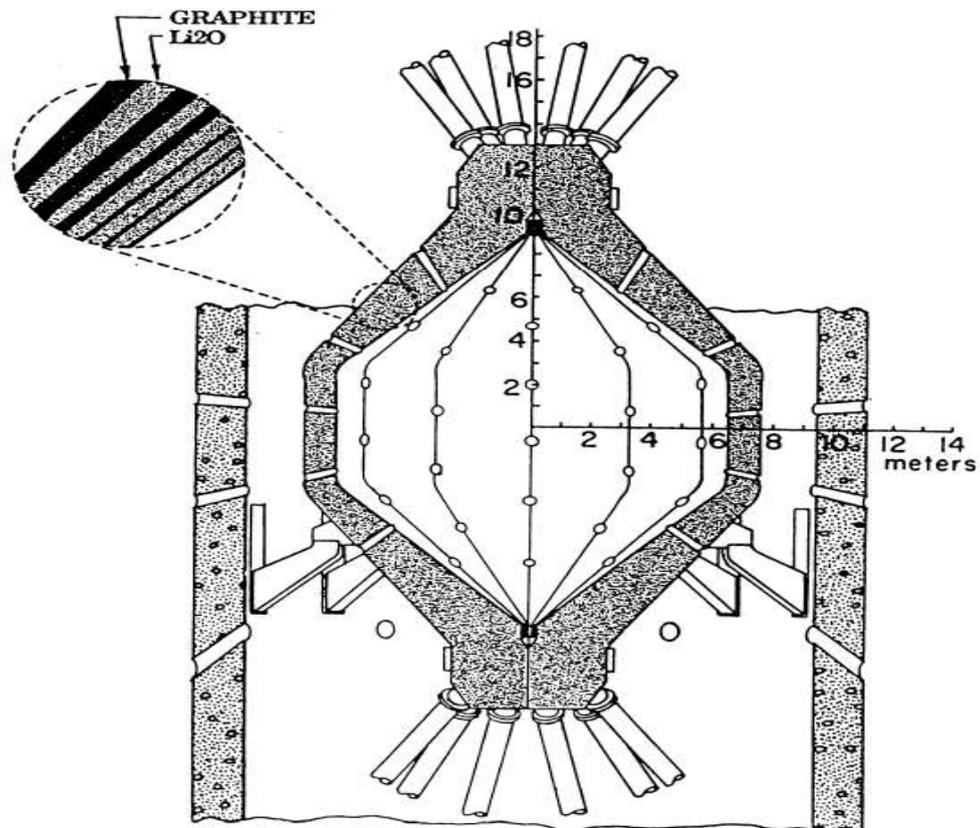
emissions and renewable energy sources are some of these criteria (Kocakulak et al. 2025; Veziroğlu & Şahin, 2008). Another energy source for energy production without creating both greenhouse gas emissions and carbon emissions is hydrogen. Hydrogen can be produced by different methods and using different energy sources. Nuclear power plants have also been preferred as the energy source used in hydrogen production and there are many studies on this in the literature. Küpekçi et al. (2024) investigated the hydrogen production potential of the system by integrating solid oxide electrolysis into a high-temperature gas-cooled nuclear power plant. The Nuclear Power Plant was operated in four different power conditions and a 32.5% increase in efficiency was obtained depending on the power difference. Acır and Özkaya (2024), In the PACER fusion reactor, FLiBe was mixed with 2% minor actinide fluoride (MA) as a coolant. Neutronic analysis of the reactor was performed and the hydrogen production amounts of the Fe-Cl, Mg-Cl (option I) and Mg-Cl (option II) thermochemical cycles integrated into the nuclear facility were compared with the obtained data. As a result, the best result was obtained from the Mg-Cl (option I) thermochemical cycle. Hercog et al. (2024) selected different modes of a nuclear power plant between 25% and 100%. Cu-Cl and S-I thermochemical cycles were preferred as hydrogen production methods. It was stated that among these thermochemical cycles integrated into the nuclear power plant, the Cu-Cl cycle is more practical and more flexible. Zhang et al. (2024) proposed a new nuclear FuSTAR system. Hydrogen production was analyzed by integrating the S-I thermochemical cycle into the FuSTAR system. It was emphasized that FuSTAR is a promising system for hydrogen production thanks to its 700 °C heat energy. Özkaya and Acır (2025) examined the hydrogen production potential of the hydrogen production facility they integrated into the PACER fusion reactor. Fe-Cl, Co-Cl and Cu-Cl thermochemical cycles were preferred as hydrogen production methods. At the end of the 20-year reactor operation period, the best result was obtained from the Cu-Cl thermochemical cycle. Ling et al. (2023) identified four different hydrogen production examples to be integrated into nuclear energy. Different parameters were determined for these different samples and the obtained results were compared respectively.

In this study, the hydrogen production potential of the SOMBRERO fusion reactor was investigated. Firstly, the fuel zone thickness of the SOMBRERO fusion reactor was 12 cm and 2%, 4% and 6% UO<sub>2</sub> was used as nuclear fuel. Under these conditions, neutronic analyses were performed using the Monte Carlo method. The total thermal power ( $P_{\text{hpf}}$ ) and thermal power ratio ( $1-\psi$ ) required by the hydrogen production facility were calculated depending on the tritium breeding ratio (TBR) and energy multiplication factor (M) values obtained from neutronic analyses. Then, the hydrogen production amount of the V-Cl thermochemical cycle hydrogen production facility was calculated.

### **SOMBRERO Fusion Reactor**

The SOMBRERO fusion reactor, called the SOLid Moving BREeder ReactOr, was designed by W.J. Schafer's team as a 1000MWe KfF laser-driven power plant (Reyes et al., 2001). The original design of the reactor is given in Figure 1 (Meier, 1994; Şener and Acır, 2024).

**Figure 1.** *SOMBRERO fusion blanket section view*



The first wall of the SOMBRERO fusion reactor consists of C/C composite material, while the SOMBRERO shroud consists of three regions. The first region consists of 97%  $\text{Li}_2\text{O}$  and 3% C/C composite, the second region consists of 80%  $\text{Li}_2\text{O}$  and 20% C/C composite, and the third and last region consists of 50%  $\text{Li}_2\text{O}$  and 50% C/C composite contents.

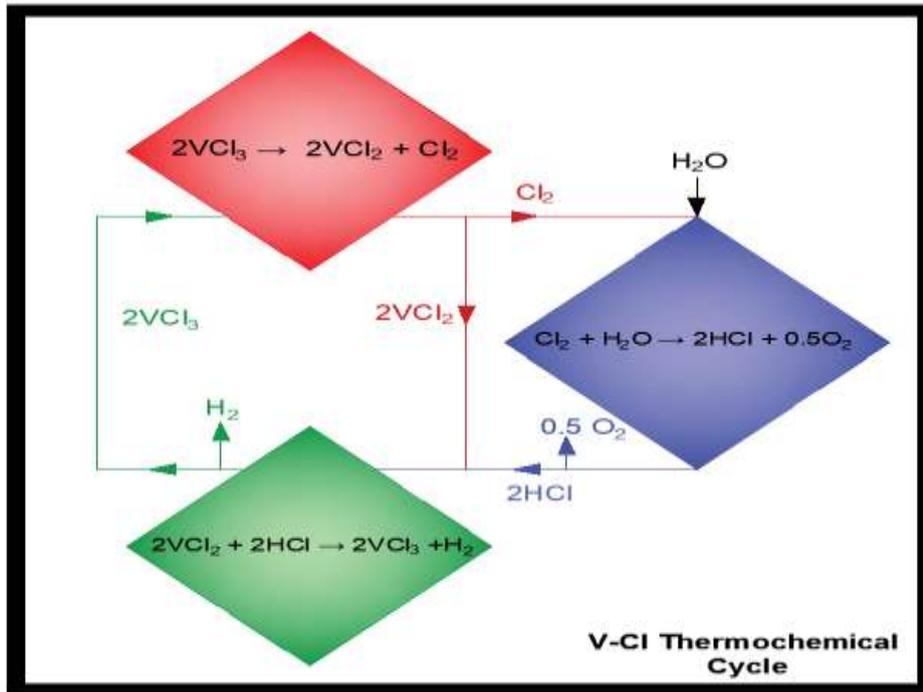
### Vanadium chloride (V-Cl) cycle

The vanadium chloride cycle, consisting of three stages, is a pure cycle that uses only thermal energy. Equations (1-3) are given below.



The schematic view of the vanadium chloride cycle is given in figure 2.

**Figure 2.** The schematic view of the Vanadium chloride cycle



The equation (4-6) given below was used to calculate the heat required for the process.

$$\dot{Q}_{in} + \dot{W}_{in} + \sum n_{in} H_{in} = \dot{Q}_{out} + \dot{W}_{out} + \sum n_{out} H_{out} \quad (4)$$

$$Q = \sum n_{out} (\bar{h}_f^o + \bar{h} - \bar{h}_0)_{out} - \sum n_{in} (\bar{h}_f^o + \bar{h} - \bar{h}_0)_{in} \quad (5)$$

$$\bar{h}(T) - \bar{h}_0 = AT + B \frac{T^2}{2} + C \frac{T^3}{3} + D \frac{T^4}{4} - \frac{E}{T} + F - H \quad (6)$$

Where  $h$  is the enthalpy,  $T$  is the temperature in K at the rate of (1/1000), A-H represents the equation coefficients. Shomate coefficients for the vanadium chloride thermochemical cycle are given in Table 1. (Özkaya and Acır, 2025)

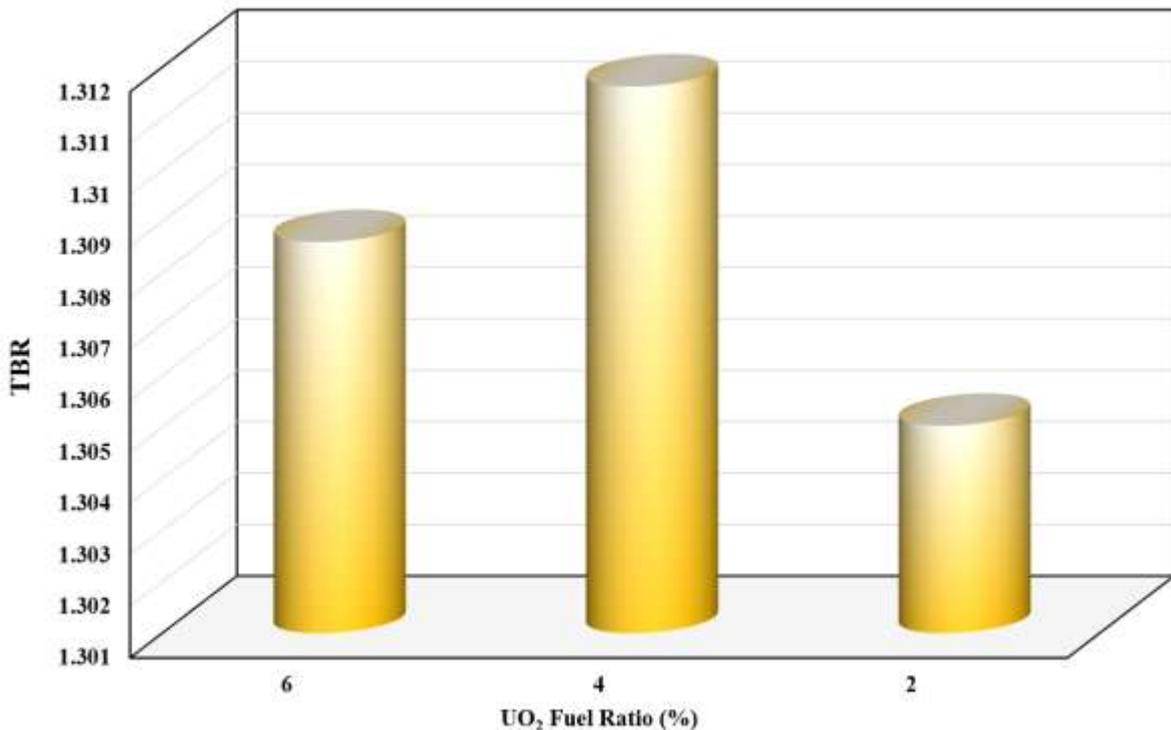
**Table 1.** Shomate coefficients of compounds used in the vanadium chloride thermochemical cycle

Comp.	T (K)	$h^{\circ}$ (kJ/mol)	A	B	C	D	E	F	G	H
$\text{Cl}_2$ (g)	798- 373	0	33.050	12.2294	-12.065	4.38533	-0.1594	-10.834	259.029	0
$\text{HCl}$ (g)	373- 573	-92.312	32.124	-13.458	19.868	-6.854	-0.049	-101.62	228.68	-92.312
$\text{O}_2$ (g)	0.373	0	31.322	-20.235	57.866	-36.5	-0.007	-8.903	246.8	0
$\text{H}_2\text{O}$ (g)	0.373	-241.82	30.092	6.83251	6.79343	-2.5344	0.08213	-250.88	223.396	-241.82
$\text{H}_2$ (g)	0.573	0	33.06	-11.363	11.432	-2.7720	-0.0158	-9.9810	172.70	0

## RESULTS AND DISCUSSION

The TBR and M values obtained as a result of neutronic analyses are given in Figures 3 and 4. The TBR value required for the reaction to continue on its own in the reactor must be greater than 1.05. When Figure 3 is examined, the TBR value is greater than 1.05 at all 2%, 4% and 6% rates.

**Figure 3.** TBR change rate for different  $\text{UO}_2$  nuclear fuel ratio

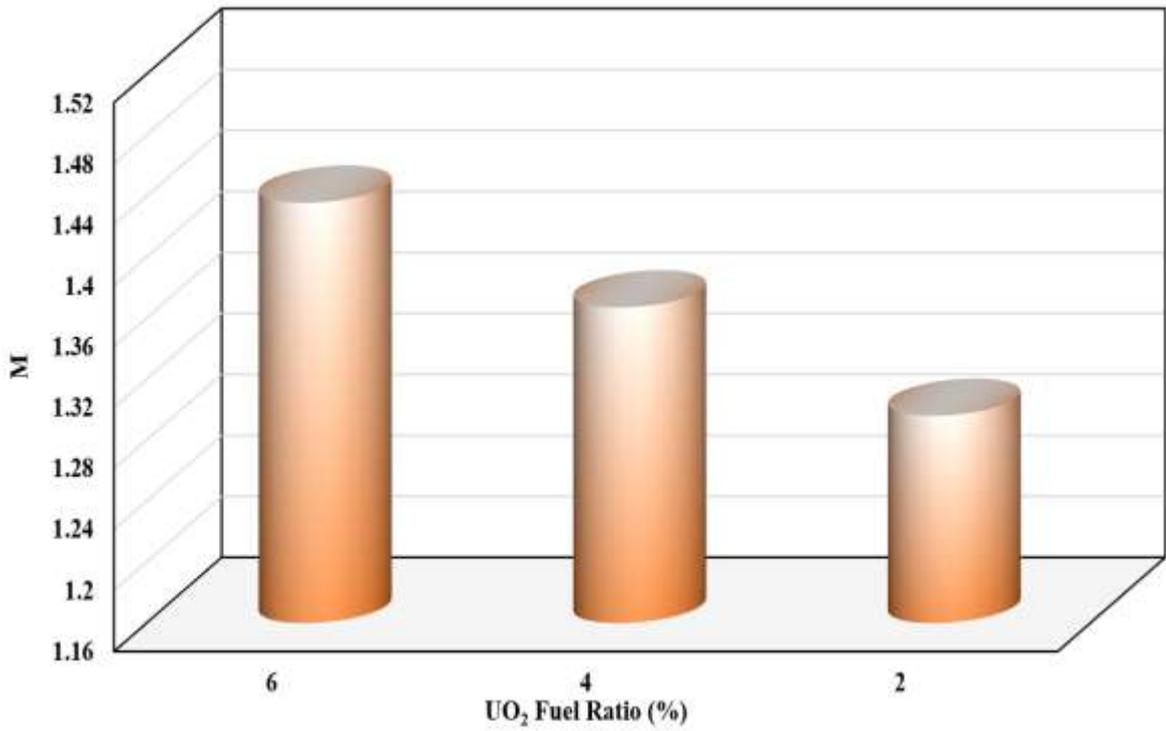


The energy generated as a result of the reactions occurring in the fuel zone is called the energy multiplication factor (M) and is calculated by equation 7 (Şener and Acır, 2024; Özkaya and Acır, 2025).

$$M = \frac{200 \text{ MeV} * \langle \Phi * \Sigma_f \rangle + 4,7484 \text{ MeV} * T_6 - 2,467 \text{ MeV} * T_7}{14,1 \text{ MeV}} + 1 \quad (7)$$

When the M value is examined in Figure 4, it is seen that the largest value is approximately 1.436 and is obtained from 6% UO<sub>2</sub> ratio. The increase in the proportion of UO<sub>2</sub> nuclear fuel also increased its value.

**Figure 4.** M change rate for different UO<sub>2</sub> nuclear fuel ratio



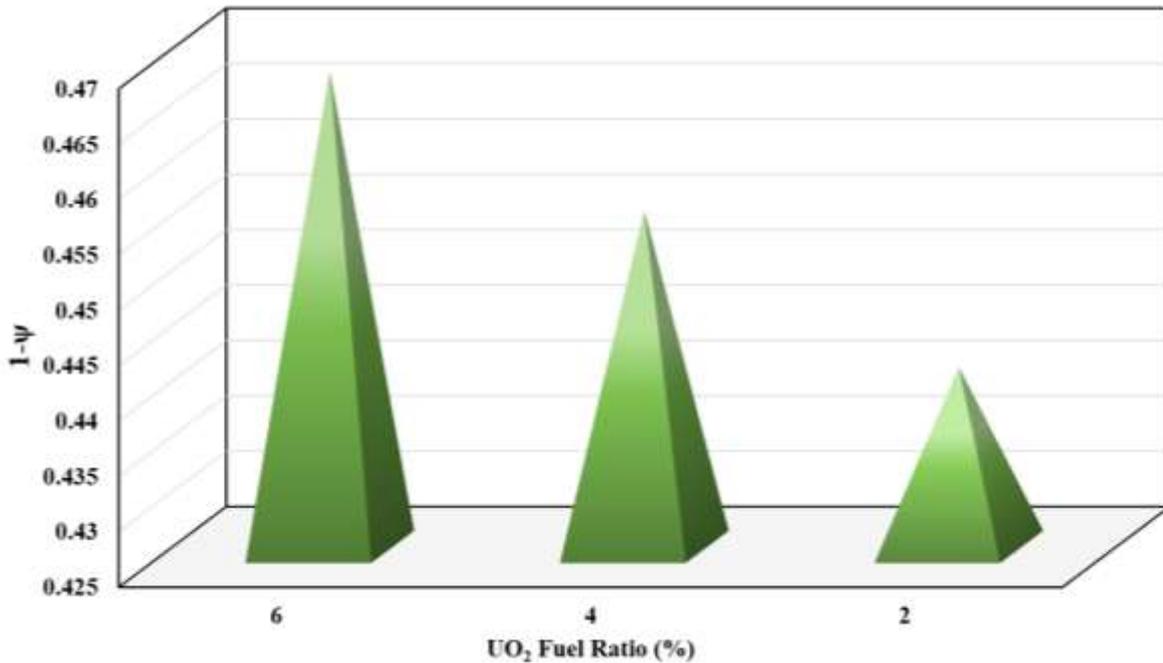
Thermal power ratio (1-ψ) and total thermal power (P<sub>hpf</sub>) required by the V-Cl thermochemical cycle hydrogen production facility are calculated by the equation (8-9) given below.

$$1 - \psi = 1 - \frac{1}{\eta_{ihx} \cdot \eta_{ds} [Q \cdot (x_a + x_n \cdot M) + 1] \cdot [\eta_{gt} + \varepsilon]} + \frac{x_{aux} + x_{isp}}{\eta_{ihx} \cdot [\eta_{gt}]} \quad (8)$$

$$P_{hpf} = (1 - \psi) \cdot \eta_{ihx} \cdot \frac{P_f}{Q} \cdot [Q \cdot (x_a + x_n \cdot M) + 1] \quad (9)$$

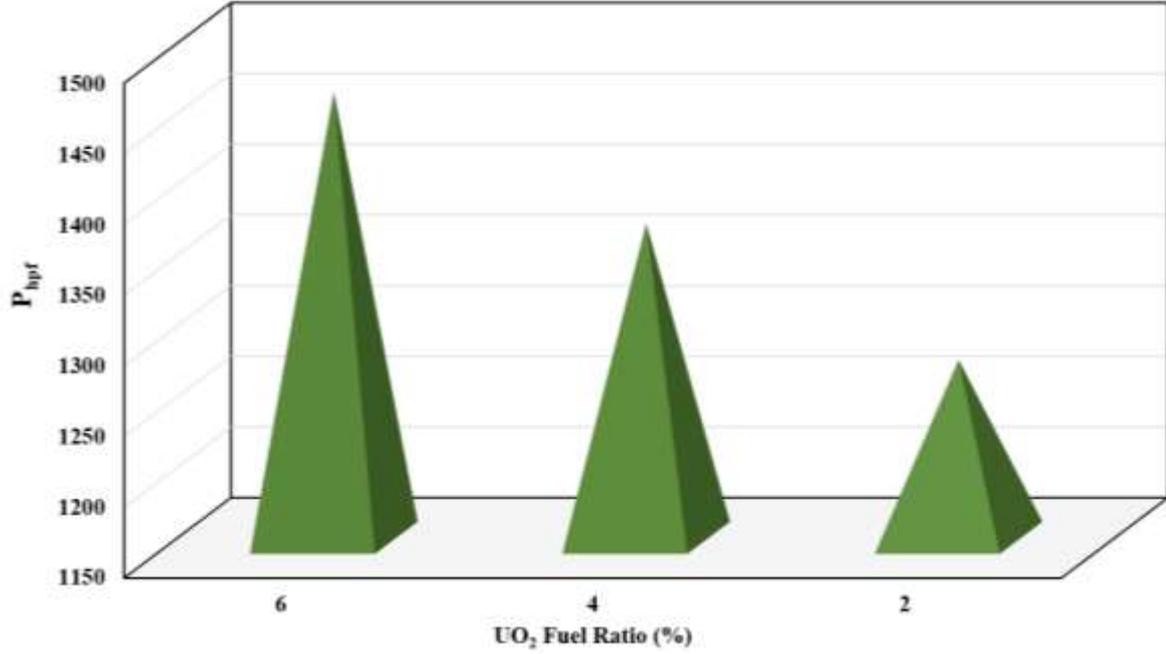
When Figure 5 is examined, it is seen that the thermal power ratio ( $1-\psi$ ) increases depending on the fuel ratio. While the thermal power ratio is 0.441 at 2%  $UO_2$ , it increases to 0.468 at 6%  $UO_2$ .

**Figure 5.** Thermal power ratio for different  $UO_2$  nuclear fuel ratio



When the total thermal power value given below the figure 6 is examined, it is seen that the lowest and highest values are 1276.05MW at 2%  $UO_2$  and 1465.5MW at 6%  $UO_2$ , respectively.

**Figure 6.** Total thermal power for different  $UO_2$  nuclear fuel ratio



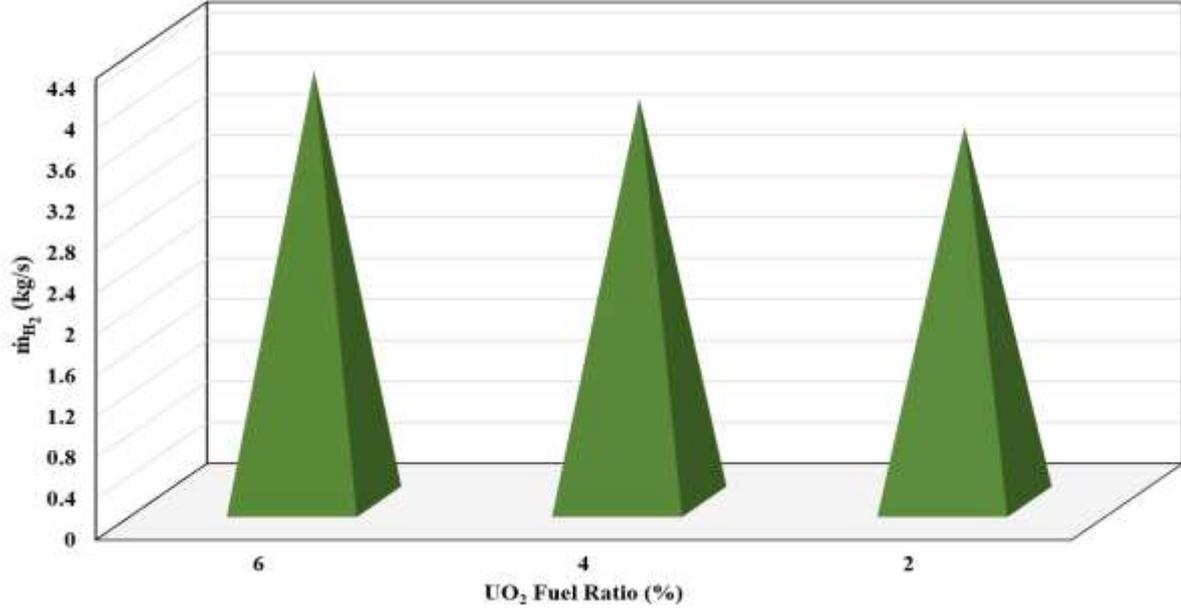
The equation (10-11) given below was used in the V-Cl thermochemical cycle hydrogen production mass flow calculations.

$$\dot{m}_x = \frac{P_{hpf}}{q_{tot}} \quad (10)$$

$$\dot{m}_y = \dot{m}_x \cdot \frac{u_y}{u_x} \cdot \eta \quad (11)$$

The hydrogen production amount of the V-Cl thermochemical cycle integrated into the SOMBRERO reactor according to various fuel ratios is given in Figure 7.

**Figure 7.** Hydrogen production amount for different  $UO_2$  nuclear fuel ratio



The amount of hydrogen production increases depending on the energy multiplication factor. The amount of hydrogen production is calculated as 3.66 kg/s at a 2% fuel ratio, while it is calculated as 4.21 kg/s at a 6% fuel ratio. In conclusion, the SOMBRERO fusion reactor appears to be a good energy source and V-Cl thermochemical cycle hydrogen production shows good performance.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

The hydrogen production amount of the V-Cl thermochemical cycle hydrogen production facility integrated into the SOMBRERO fusion reactor was investigated and as a result, the findings of this study are summarized below.

- ✓ Increasing the amount of  $UO_2$  solid nuclear fuel used in the SOMBRERO fusion reactor increased the energy multiplication factor ( $M$ ), the thermal power ratio ( $1 - \psi$ ), the total thermal power ( $Ph_{pf}$ ) and the amount of hydrogen ( $H_2$ ) production.
- ✓ The highest hydrogen production rate from the system was calculated as 4.21 kg/s at 6%  $UO_2$  and is approximately 15% higher than the lowest hydrogen production.
- ✓ Even at the lowest  $UO_2$  ratio, the TBR value in the reactor is greater than 1.05 and it can be seen that all  $UO_2$  ratios can be used in energy production.

## KAYNAKÇA

Acir, A., & Özkaya, M. (2024). Performance evaluation of the Fe–Cl and Mg–Cl cycle for hydrogen production of the minor actinide fuelled PACER fusion blanket. *International Journal of Hydrogen Energy*, 67, 634-643. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.04.163>



Hercog, J., Kupecki, J., Świątkowski, B., Kowalik, P., Boettcher, A., Malesa, J., ... & Tchorek, G. (2024). Advancing production of hydrogen using nuclear cycles-integration of high temperature gas-cooled reactors with thermochemical water splitting cycles. *International Journal of Hydrogen Energy*, 52, 1070-1083. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.06.333>

Kocakulak, T., SOLMAZ, H., TAŞKIN, G., TABANLIGİL CALAM, T., ŞAHİN, F., CALAM, A., ... Ardebili, S. M. S.(2025). Enhanced Synthesis and Optimization of Sulfonated Polysulfone Nanocomposite Membranes with Hexagonal Boron Nitride and Functionalized Carbon Nanotubes. *Inorganic Chemistry Communications* , vol.179. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2025.114867>

Kupecki, J., Hercog, J., Motyliński, K., Malesa, J., Muszyński, D., Skrzypek, E., ... & Tchorek, G. (2024). Advancing production of hydrogen using nuclear cycles–integration of high temperature gas-cooled reactors (HTGR) with solid oxide electrolyzers (SOE). *International Journal of Hydrogen Energy*, 53, 40-48. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.12.017>

Ling, B., Wang, Z., Zhang, J., He, Y., Zhu, Y., & Cen, K. (2023). Comprehensive comparative analysis of open-loop and closed-loop iodine-sulfur thermochemical cycle for hydrogen production. *International journal of hydrogen energy*, 48(40), 14941-14953. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.01.051>

Web site, “NIST Chemistry WebBook. <http://webbook.nist.gov/chemistry/>; 2018.”

Özkaya, M., & Acır, A. (2025). Comparative evaluation of hydrogen production with various chlorine thermochemical cycles integrated in a PACER fusion driver thorium based molten salt reactor. *Nuclear Engineering and Technology*, 57(6), 103391. <https://doi.org/10.1016/j.net.2024.103391>

Reyes, S., Latkowski, JF, Sanz, J. ve Gomez del Rio, J. (2001). Ataletsel füzyon enerjisi santralleri için güvenlik değerlendirmesi: HYLIFE-II ve SOMBRERO kavramsal tasarımlarının analizine yönelik metodoloji ve uygulama. *Füzyon enerjisi dergisi* , 20 (1), 23-44.

Şener, G., & Acır, A. (2024). Utilization of Magnesium Chloride (Mg-Cl) cycle for Hydrogen Production of SOMBRERO Fusion Reactor. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 12(2), 596-604. <https://doi.org/10.29109/gujsc.1487776>



Veziroğlu, T. N., & Şahin, S. (2008). 21st Century's energy: Hydrogen energy system. *Energy conversion and management*, 49(7), 1820-1831. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2007.08.015>

Zhang, D., Li, X., Jiang, D., Zhou, X., Lv, X., Yun, S., ... & Zuo, J. (2024). Fluoride-Salt-cooled high-Temperature Advanced Reactor (FuSTAR): An integrated nuclear-based energy production and conversion system. *Energy*, 290, 130048.

Meier, W. R. (1994). Osiris and SOMBRERO inertial fusion power plant designs–summary, conclusions, and recommendations. *Fusion Engineering and Design*, 25(1-3), 145-157..

## An Efficient Adaptive Dropout for Robust Traffic Sign Classification

Yavuz ÇAPKAN<sup>1\*</sup>, Aydın YEŞİLDİREK<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>E-mail: yavuz.capkan@std.yildiz.edu.tr; Yildiz Technical University, Department of Mechatronics Engineering, Istanbul 34349, Turkey. ORCID: 0000-0002-1901-6657

<sup>2</sup>E-mail: aydiny@yildiz.edu.tr; Yildiz Technical University, Department of Mechatronics Engineering, Istanbul 34349, Turkey. ORCID: 0000-0002-8404-9877

---

### *Abstract*

This paper introduces an adaptive dropout regularization method for convolutional neural networks (CNNs), mainly aimed at improving generalization performance in traffic sign classification tasks. Building on the dropout framework proposed by Çapkan and Yeşildirek, the technique dynamically modifies neuron deactivation probability according to weight distributions, activation patterns, and cell activity histories. The proposed method was evaluated utilizing the German Traffic Sign Recognition Benchmark (GTSRB) dataset and compared with a no-dropout model and a standard dropout implementation. Experimental results reveal that the suggested method consistently outperforms both alternatives in terms of validation and test accuracy, obtaining a mean test accuracy of 98.05% with the lowest standard deviation (0.18%) across five independent runs. These data demonstrate that the suggested dropout successfully suppresses less informative neurons while preserving essential feature pathways, resulting in greater resilience and classification ability.

**Keywords:** adaptive dropout; weight amplification; regularization techniques; autonomous systems; traffic sign recognition.

---

### INTRODUCTION

The development of autonomous driving systems necessitates the use of robust perception modules that can accurately interpret the driving environment. Traffic sign recognition is particularly significant, as traffic signs offer key regulation, warning, and advice information that must be reliably identified to enable the safe and lawful operation of autonomous vehicles (Stallkamp et al., 2011). Thus, traffic sign classification continues to be a key topic of research in intelligent transportation systems and computer vision.

Convolutional Neural Networks (CNNs) have gained substantial success in image classification by simplifying hierarchical feature extraction from raw image data (Krizhevsky et al., 2017). In some studies, CNN architectures have been used to achieve high accuracy in traffic sign recognition (Sermanet & LeCun, 2011) (Cireşan et al., 2012). However, CNN models are prone to overfitting, particularly when trained on datasets with limited variety, class imbalance, or environmental variables such as occlusions and light variations (Simonyan & Zisserman, 2014). Overfitting dramatically reduces a model's capacity to generalize to unforeseen circumstances, providing substantial hurdles for real-world applications in autonomous driving.

Dropout regularization has been widely adopted to address overfitting. Conventional dropout approaches frequently prove inadequate in applications where domain-specific properties are required, prompting the development of more flexible and efficient regularization methods. In this research, the proposed dropout method (Çapkan & Yeşildirek, 2025) is applied to the German Traffic Sign Recognition Benchmark (GTSRB) dataset (Stallkamp et al., 2011) (Stallkamp et al., 2012) to increase model generality and efficiency in autonomous driving scenarios. The success of this process is evaluated by comparing tests with typical editing techniques.

## LITERATURE REVIEW

Dropout, introduced by Srivastava et al. (2014), remains one of the most extensively used regularization approaches in deep learning, where randomly deactivating neurons during training helps minimize overfitting by minimizing complicated co-adaptations within the network. Despite its success, standard dropout applies neuron suppression uniformly, disregarding the individual significance of neurons, which may lead to suboptimal learning, particularly in domain-specific tasks like traffic sign recognition, where certain feature pathways are critical for accurate classification.

To circumvent these constraints, numerous modifications to the original dropout technique have been proposed. DropConnect, for instance, expands the concept of dropout by randomly omitting weights rather than activations, allowing for more granular control over network parameter regularization (Wan et al., 2013). Similarly, DropBlock introduces organized spatial dropout by masking contiguous regions inside feature maps, particularly boosting spatial regularization in convolutional layers (Ghiasi, Lin, & Le, 2018). Variational Dropout applies a Bayesian framework that allows the model to learn appropriate dropout rates during training, thereby adjusting the regularization strength based on data-driven estimates of uncertainty (Gal & Ghahramani, 2016). In addition, Trainable Gradient Dropout adaptively alters dropout probabilities according to the magnitude of backpropagated gradients, enhancing the selectivity of neuron deactivation during the learning process (Avgerinos, Vretos, & Daras, 2023). Although advancements in dropout techniques have contributed to more effective regularization, their adoption in autonomous driving scenarios can be hindered by factors such as heavier computational load, the need for architecture-dependent adjustments, and limited flexibility in adapting to varied task requirements.

Parallel to developments in regularization, new works in traffic sign recognition have focused on improving detection and classification accuracy under real-world settings. For instance, Toshniwal et al. (2024) suggested a CNN-based traffic sign recognition system obtaining nearly 96% accuracy on the GTSRB dataset, stressing strong feature localization approaches to counteract environmental perturbations. Another study presented ConvNeSe, a lightweight model for traffic sign identification that employs depthwise separable convolutions and inverted residuals, delivering large efficiency benefits while maintaining competitive accuracy on the GTSRB dataset (Wei et al., 2024). Furthermore, YOLOv8-based frameworks have demonstrated notable improvements in detection performance through the integration of advanced data augmentation strategies and architectural refinements tailored to traffic sign datasets (Luo et al., 2024) (Aldoski & Koren, 2025).

Despite these gains, much of the extant research continues to focus on architectural enhancements or detection frameworks, while the incorporation of task-oriented regularization methods, notably adaptive

dropout algorithms, has gotten very little attention. In this context, a dropout regularization framework has been presented (Çapkan & Yeşildirek, 2025), which dynamically changes neuron deactivation based on weight magnitudes, activation patterns, and neuron activity history. This approach incorporates neuron recovery and weight amplification mechanisms to maintain essential feature representations during training, while effectively suppressing redundant pathways.

In contrast to conventional dropout techniques and their extensions, the proposed method (Çapkan & Yeşildirek, 2025) provides architectural flexibility by eliminating the need for structural changes while ensuring compatibility with pre-trained models and those built dynamically. Its application in traffic sign categorization tasks addresses the critical demand for robust and computationally efficient regularization techniques suitable for autonomous driving systems.

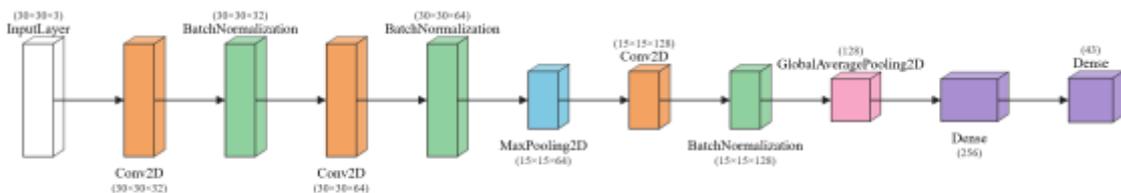
## METHODOLOGY

This paper presents a convolutional neural network (CNN) architecture enhanced with an adaptive dropout regularization method to improve generalization performance in traffic sign classification. The proposed method enhances the dropout framework established by Çapkan and Yeşildirek (2025), which dynamically adjusts neuron deactivation probabilities according to weight distributions, activation patterns, and neuron activity history, thus overcoming the shortcomings of traditional dropout techniques.

The CNN architecture depicted in Figure 1 is tailored for  $30 \times 30 \times 3$  RGB input images and comprises three convolutional stages, each succeeded by batch normalization, with pooling implemented after every second convolutional block. The design incrementally augments the quantity of convolutional filters to improve hierarchical feature extraction while preserving computational efficiency.

The network commences with an input layer that accepts normalized RGB images. The initial convolutional stage includes a Conv2D layer comprising 32 filters of dimensions  $3 \times 3$ , succeeded by batch normalization to boost training stability. The second step augments the filters to 64, succeeded by an extra batch normalization layer, after which a MaxPooling2D layer with a  $2 \times 2$  kernel reduces the spatial resolution by half.

The third phase employs a Conv2D layer with 128 filters, succeeded by batch normalization, and subsequently inputs the output into a Global Average Pooling layer that condenses the feature maps into a 128-dimensional vector without flattening. The classification head comprises a dense layer having 256 neurons with ReLU activation, succeeded by a final dense layer including 43 neurons employing a softmax activation function, which corresponds with the number of traffic sign classifications.



**Figure 1.** CNN architecture for traffic sign classification

During training, the proposed dropout mechanism was applied. The model is trained using the Adam optimizer, categorical cross-entropy loss, and accuracy as the primary evaluation metric, ensuring both fast convergence and strong generalization to unseen data.

## EXPERIMENTAL SETUP AND RESULTS

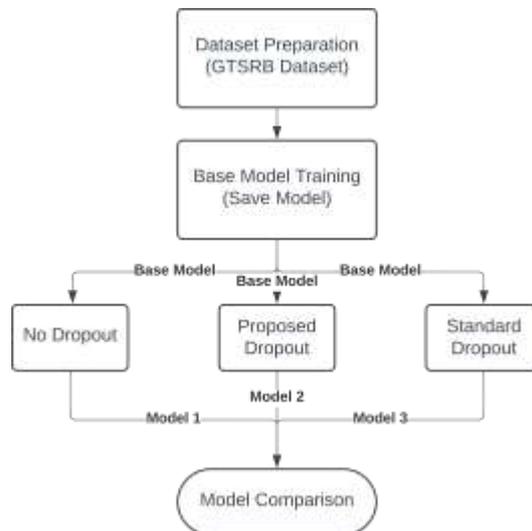
### Dataset and Preprocessing

The experimental evaluation was conducted using the German Traffic Sign Recognition Benchmark (GTSRB) dataset (Stallkamp et al., 2011) (Stallkamp et al., 2012), which is widely recognized as a standard benchmark for traffic sign categorization tasks. The dataset features over 50,000 images across 43 distinct traffic sign categories, displaying differences in scale, illumination, occlusion, and background clutter. To maintain uniformity and computational efficiency, all images were scaled to dimensions of 30×30 pixels and normalized to have pixel intensity values within the range [0, 1]. The class labels were one-hot encoded to simplify multi-class categorization.

### Implementation Details

The CNN architecture was first trained for 20 epochs for the test. The trained network was recorded and compared by continuing training in 3 stages. As shown in Figure 2, the recorded network was trained separately in 3 stages as “No Dropout”, “Proposed Dropout”, and “Standard Dropout”. The naming in the architecture

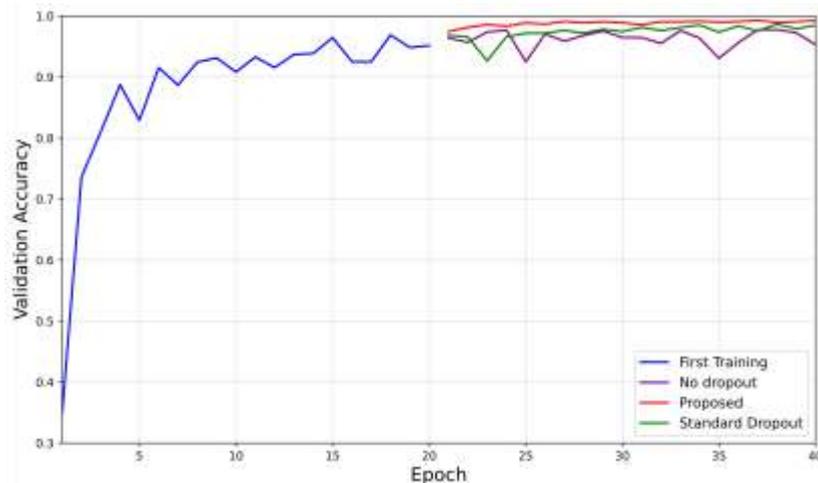
- No Dropout: The network continues its training in the same way without any additions until it reaches 40 epochs.
- Standard Dropout: The network is trained with random dropout (standard random dropout code) and continues its training until it reaches 40 epochs.
- Proposed Dropout: The network is trained with the recommended method (Çapkan & Yeşildirek, 2025) and continues its training until it reaches 40 epochs.



**Figure 2.** A graphic representation of comparison

## Experimental Results

The performance of the proposed method (“Proposed”) was compared against a baseline model without any dropout (“No Dropout”) and a model using standard random dropout (“Standard Dropout”). Validation accuracy results are presented in Figure 3.



**Figure 3.** Validation Accuracy Comparison Across Epochs

Figure 3 shows the changes in validation accuracy for the four experimental configurations during the training phase. In the initial training phase (epochs 1-20), referred to as “First Training,” the model without dropout showed a rapid enhancement from 33.9% to roughly 96%, stabilizing after the first 10 epochs. During the fine-tuning phase (epochs 21-40), the “No Dropout” configuration sustained elevated accuracy while displaying minor oscillations, occasionally declining after reaching peak values. The “Standard Dropout” configuration first saw a transitory reduction in accuracy but eventually rebounded to levels akin to the baseline. The “Proposed” technique regularly attained and maintained superior performance, exceeding 98.5% accuracy during initial fine-tuning and achieving a peak of 99.29%. The results indicate that the proposed strategy provides enhanced stability and greater generalization relative to both the no-dropout and standard dropout techniques.

Table 1 summarizes the mean and standard deviation of the test accuracies obtained over five independent runs on the GTSRB test set (12,630 images). The proposed method achieved the highest mean accuracy (98.05%) while exhibiting the lowest standard deviation (0.18%), demonstrating both superior classification performance and greater consistency across runs compared to the standard dropout approach (97.44%, 0.34%) and the no-dropout approach (95.51%, 1.08%).

**Table 1.** Mean validation accuracy ( $\pm$ standard deviation) over five runs for each model and methods

Method	Accuracy (Mean $\pm$ Std)
No Dropout	0.9551 $\pm$ 0.0108
Standard Dropout	0.9744 $\pm$ 0.0034
Proposed	0.9805 $\pm$ 0.0018

Overall, the results from both the validation curves (Figure 3) and the aggregated test accuracies (Table 1) confirm that the proposed method consistently delivers higher precision and greater stability than both the standard dropout and no dropout configurations, validating its effectiveness for traffic sign classification on the GTSRB dataset.

## CONCLUSION

This study proposed a convolutional neural network (CNN) architecture improved with an adjustable dropout mechanism for traffic sign classification. Building upon the dropout architecture of Çapkan and Yeşildirek (2025), the proposed technique dynamically modifies neuron deactivation probability according to weight distributions, activation patterns, and cell activity histories. Experimental tests on the GTSRB dataset indicated that the proposed approach consistently beat both the baseline model, no-dropout, and the standard dropout technique in terms of classification accuracy.

The proposed technique attained a mean test accuracy of 98.05%, beating standard dropout's 97.44% and the no-dropout baseline's 95.91%, with lower standard deviation across numerous runs. These results corroborate the method's robustness and stability, making it a great candidate for deployment in real-world intelligent transportation and autonomous driving systems.

Future work will focus on extending this adaptive dropout methodology to larger-scale traffic sign datasets, merging it with state-of-the-art object recognition frameworks such as YOLO and Faster R-CNN, and refining the method for real-time performance on edge devices.

## REFERENCES

- Aldoski, Z. N., & Koren, C. (2025). Traffic sign detection and quality assessment using YOLOv8 in daytime and nighttime conditions. *Sensors*, 25(4), 1027. <https://doi.org/10.3390/s25041027>
- Avgerinos, C., Vretos, N., & Daras, P. (2023). Less is more: Adaptive trainable gradient dropout for deep neural networks. *Sensors*, 23(3), 1325. <https://doi.org/10.3390/s23031325>
- Cireşan, C., Meier, U., Masci, J., & Schmidhuber, J. (2012). Multi-column deep neural network for traffic sign classification. *Neural Networks*, 32, 333–338. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2012.02.023>
- Çapkan, Y., & Yeşildirek, A. (2025). An Efficient Dropout for Robust Deep Neural Networks. *Applied Sciences*, 15(15), 8301. <https://doi.org/10.3390/app15158301>



- Gal, Y., & Ghahramani, Z. (2016). Dropout as a Bayesian approximation: Representing model uncertainty in deep learning. *Proceedings of the 33rd International Conference on Machine Learning (ICML)*, 1050–1059.
- Ghiasi, G., Lin, T. Y., & Le, Q. V. (2018). DropBlock: A regularization method for convolutional networks. *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*, 31.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2017). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Communications of the ACM*, 60(6), 84–90. <https://doi.org/10.1145/3065386>
- Luo, Y., Ci, Y., Zhang, H., & Wu, L. (2024). A YOLOv8-CE-based real-time traffic sign detection and identification method for autonomous vehicles. *Digital Transportation and Safety*, 3(3), 82–91. <https://doi.org/10.48130/dts-0024-0009>
- Sermanet, P., & LeCun, Y. (2011). Traffic sign recognition with multi-scale Convolutional Networks. *The 2011 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, 2809–2813. <https://doi.org/10.1109/IJCNN.2011.6033589>
- Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/1409.1556>
- Srivastava, N., Hinton, G., Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Salakhutdinov, R. (2014). Dropout: A simple way to prevent neural networks from overfitting. *Journal of Machine Learning Research*, 15, 1929–1958.
- Stallkamp, J., Schlipsing, M., Salmen, J., & Igel, C. (2011). The German Traffic Sign Recognition Benchmark: A multi-class classification competition. *The 2011 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, 1453–1460. <https://doi.org/10.1109/IJCNN.2011.6033395>
- Stallkamp, J., Schlipsing, M., Salmen, J., & Igel, C. (2012). Man vs. computer: Benchmarking machine learning algorithms for traffic sign recognition. *Neural Networks*, 32, 323–332. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2012.02.016>
- Toshniwal, D., Loya, S., Khot, A., & Marda, Y. (2024). Optimized detection and classification on GTRSB: Advancing traffic sign recognition with convolutional neural networks. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2403.08283>
- Wan, L., Zeiler, M., Zhang, S., LeCun, Y., & Fergus, R. (2013). Regularization of neural networks using DropConnect. *Proceedings of the 30th International Conference on Machine Learning (ICML)*, 1058–1066.
- Wei, W., Zhang, L., Yang, K., Li, J., Cui, N., Han, Y., Zhang, N., Yang, X., Tan, H., & Wang, K. (2024). A lightweight network for traffic sign recognition based on multi-scale feature and attention mechanism. *Heliyon*, 10(4), e26182. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26182>

## 3D Biyobasım Süreçlerinde Biyomürekkep Bileşiminin Deneysel Tasarımı ve Optimizasyonu

Banuay COŞKUN<sup>1</sup>, Özlem BIÇEN ÜNLÜER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>E-mail:banuaycoskun@ogr.eskisehir.edu.tr; Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Eskişehir / Türkiye.

<sup>2</sup>E-mail:obicen@eskisehir.edu.tr; Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Eskişehir / Türkiye.

---

### Özet

3D biyobasım, rejeneratif tıp alanında hücre destekli fonksiyonel doku yapılarının üretiminde devrim niteliğinde bir teknolojidir. Bu teknolojinin temel bileşeni olan biyomürekkeplerin, baskı kabiliyeti, mekanik dayanım ve biyouyumluluk gibi çoklu kritik özellikleri aynı anda karşılayacak şekilde optimize edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, aljinat-jelatin bazlı biyomürekkeplerin formülasyonu, farklı polimer oranları ve çapraz bağlayıcı konsantrasyonlarını içeren tam faktöriyel deneysel tasarım (DoE) ile optimize edilmiştir. Sistemik yaklaşım sayesinde, reolojik özellikler (viskozite, akışkanlık) ve yapısal bütünlük üzerinde en olumlu etkiye sahip optimum bileşim belirlenmiştir. Doğrulanmış optimum formülasyonun, biyobasım sonrası yüksek hücre canlılığı sağladığı gösterilerek hem proses hem de biyolojik performans bir arada iyileştirilmiştir. Sonuçlar, DoE'nin biyomürekkep geliştirme süreçlerinde etkin, güvenilir ve kaynak-etkin bir strateji olduğunu kanıtlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Aljinat, Biyomürekkep optimizasyonu, 3D biyoyazdırma, Jelatin, Reoloji, Tam faktöriyel tasarım.

---

### Abstract

3D bioprinting is a revolutionary technology for the production of cell-supported functional tissue constructs in regenerative medicine. Optimizing bioinks, the key components of this technology, to simultaneously meet multiple critical properties such as printability, mechanical strength, and biocompatibility is crucial. In this study, the formulation of alginate-gelatin-based bioinks was optimized using a full factorial design of experiments (DoE) involving different polymer ratios and crosslinker concentrations. Using a systemic approach, the optimal composition with the most positive impact on rheological properties (viscosity, flowability) and structural integrity was determined. The validated optimal formulation was shown to provide high cell viability after bioprinting, improving both process and biological performance. The results demonstrate that DoE is an effective, reliable, and resource-efficient strategy in bioink development.

**Keywords:** Alginate, Bioink optimization, 3D bioprinting, Gelatin, Rheology, Full factorial design.

---

## GİRİŞ

Doku mühendisliği ve rejeneratif tıp alanlarında umut vaat eden bir yaklaşım olan 3D biyobasım, hastaya özgü, fonksiyel doku ve organ yapılarının üretilmesi potansiyeli ile son yıllarda önemli bir araştırma odağı haline gelmiştir. Bu teknolojinin başarısı, kullanılan biyomürekkebin fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerine büyük ölçüde bağlıdır (Berg vd., 2018). İdeal bir biyomürekkep, hücre canlılığını sürdürebilmeli, yüksek çözünürlüklü bir baskı için uygun reolojik özelliklere (viskozite, tiksotropi, akışkanlık) sahip olmalı ve basılan yapıya mekanik bütünlük kazandırabilmelidir (Fatimi, Okoro, Podstawczyk, Simińska-Stanny, & Shavandi, 2022). Bu karmaşık gereksinimler, biyomürekkep formülasyonunun, genellikle birbiriyle etkileşime giren çok sayıda faktörün (polimer tipi ve konsantrasyonu, çapraz bağlayıcı türü ve konsantrasyonu) dikkatlice optimize edilmesini gerektirir.

Aljinat ve jelatin, biyoyumluluk, ucuzluk ve jelleşme özellikleri nedeniyle sıklıkla birlikte kullanılan doğal polimerlerdir. Ancak, bu polimerlerin nihai biyomürekkep özellikleri üzerindeki optimal oranları ve çapraz bağlama stratejileri, geleneksel tek-değişkenli optimizasyon yöntemleriyle belirlenmesi zor olan karmaşık etkileşimlere tabidir (Semba, Mieloch, Tomaszewska, Cywoniuk, & Rybka, 2022). Bu noktada, istatistiksel deneysel tasarım (DoE) yaklaşımı, tüm faktörlerin ve etkileşimlerinin sistematik olarak araştırılmasına, böylece minimum deney sayısı ile maksimum bilgi elde edilmesine olanak tanıyarak kritik bir avantaj sağlamaktadır (Abaci & Güvendiren, 2020).

Bu çalışmanın amacı, aljinat-jelatin bazlı biyomürekkeplerin formülasyonunu, tam faktöriyel deneysel tasarım kullanarak optimize etmek ve elde edilen optimum biyomürekkep formülasyonunun reolojik özellikleri, 3D baskı performansı, yapısal bütünlüğü ve hücre canlılığı üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmektir. Çalışmanın hipotezi, DoE yaklaşımının, biyomürekkep optimizasyon sürecini hızlandıran ve hem baskı kabiliyetini hem de biyolojik performansı aynı anda en üst düzeye çıkaran optimum bir bileşimi belirlemede etkili bir araç olduğudur. Bu bulguların, doku mühendisliği uygulamaları için yenilikçi biyomürekkep geliştirme süreçlerine önemli ölçüde katkıda bulunması beklenmektedir (Soman, Govindraj, Hashimi, Zhou, & Vijayavenkataraman, 2022).

## YÖNTEM

Bu çalışmada, aljinat-jelatin bazlı biyomürekkep formülasyonunun optimizasyonu için istatistiksel DoE prensipleri kullanılmıştır.

Biyomürekkep bileşimini optimize etmek amacıyla, üç faktörlü ve iki seviyeli bir tam faktöriyel deneysel tasarım uygulanmıştır. Bağımsız değişkenler ve seviyeleri şu şekilde belirlenmiştir: aljinat konsantrasyonu (Sigma-Aldrich) (%1.5 ve %3 w/v), jelatin konsantrasyonu (Sigma-Aldrich) (%5 ve %10 w/v) ve kalsiyum klorür ( $\text{CaCl}_2$ ) (Merck) çapraz bağlayıcı konsantrasyonu (50 mM ve 100 mM). Bu tasarım,  $2^3=8$  farklı deneysel koşulun oluşmasını sağlamıştır (Tablo 1). Her bir formülasyon, steril distile su içinde belirtilen konsantrasyonlarda aljinat ve jelatinin çözülmesi ve ardından 4°C'de homojen bir karışım elde edilene kadar manyetik karıştırıcıda karıştırılmasıyla hazırlanmıştır.

**Tablo 1. Tam Faktöriyel Deneysel Tasarım Matrisi**

Deney No	Aljinat (% w/v)	Jelatin (% w/v)	CaCl <sub>2</sub> (mM)
1	1.5	5	50
2	1.5	5	100
3	1.5	10	50
4	1.5	10	100
5	3	5	50
6	3	5	100
7	3	10	50
8	3	10	100

Hazırlanan tüm biyomürekkep formülasyonlarının reolojik özellikleri, bir Anton Paar M102 reometresi (Anton Paar GmbH, Avusturya) kullanılarak karakterize edilmiştir. Ölçümler, 25 mm çapında ve 1 mm aralıklı paralel plaka geometrisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık kontrolü, Peltier plaka ile  $\pm 0.1^\circ\text{C}$  doğrulukta sağlanmış ve tüm ölçümler  $37^\circ\text{C}$ 'de yapılmıştır. Biyomürekkeplerin viskozite profilleri,  $0.1\text{ s}^{-1}$  ile  $500\text{ s}^{-1}$  aralığındaki kayma hızı taramaları ile dinamik olarak belirlenmiştir. Viskoelastik özellikler ise, depolama modülünün ( $G'$ ) belirlenmesi için yapılan osilasyon testleri ile değerlendirilmiştir. Bu analizler, biyobasım işlemi için en uygun viskozite ve yapısal stabiliteye sahip optimum biyomürekkep bileşiminin belirlenmesine olanak sağlamıştır.

Reolojik analizler sonucunda belirlenen optimum biyomürekkep formülasyonunun (%3 aljinat, %10 jelatin, 100 mM CaCl<sub>2</sub>) 3D baskı performansı değerlendirilmiştir. Basım işlemleri, bir EnvisionTEC 3D-Bioplotter® Developer Series (4. nesil) 3D biyoyazıcı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Biyomürekkep, 22 G (410  $\mu\text{m}$ ) çaplı bir nozül ile, 1.2 bar basınç ve 10 mm/sn baskı hızı parametreleri kullanılarak katman katman basılmıştır. Baskı performansı, 10 mm x 10 mm taban alanına sahip ve 8 katman yüksekliğindeki ızgara yapıların morfolojik bütünlüğü ve şekilsel sadakati üzerinden değerlendirilmiştir.

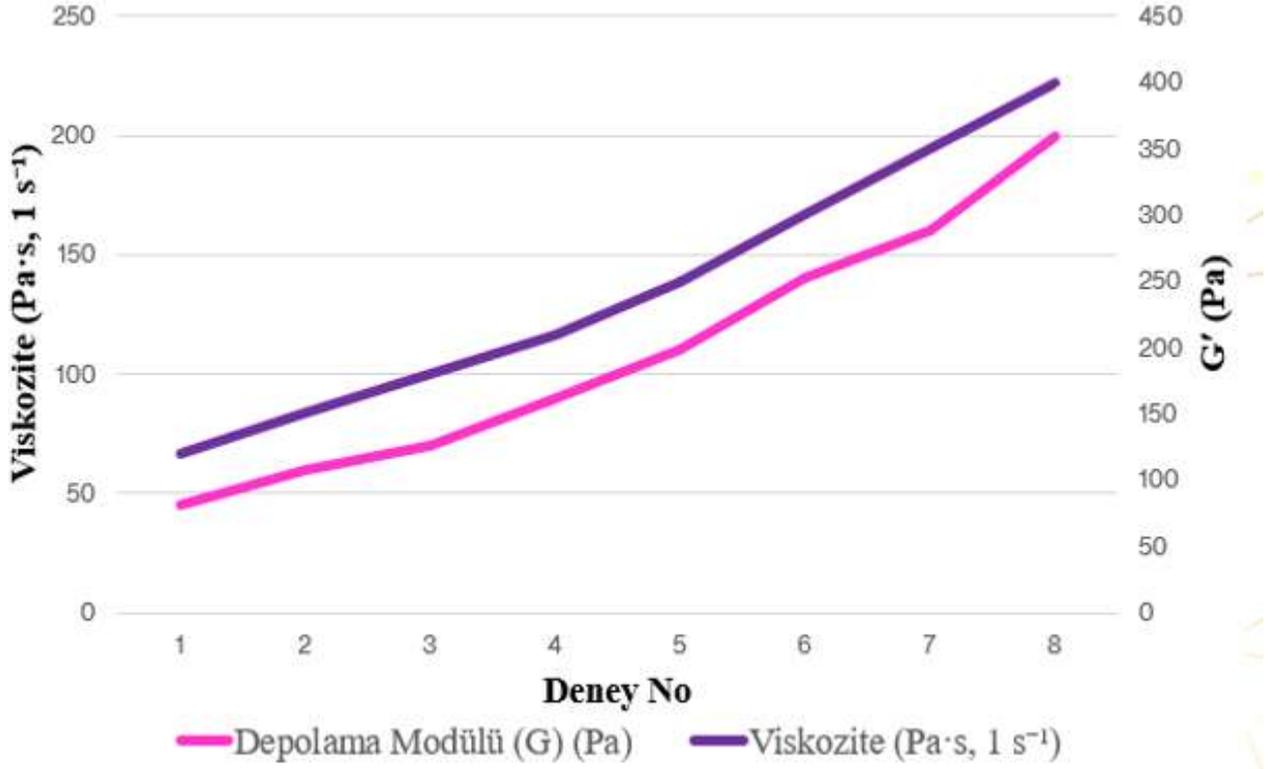
## BULGULAR

Bu çalışmanın amacı, tam faktöriyel deneysel tasarım kullanarak aljinat-jelatin-CaCl<sub>2</sub> sistemine dayalı bir biyomürekkep formülasyonunu optimize etmek ve bu formülasyonun reolojik özellikleri ile 3D biyobasım performansını değerlendirmektir.

Şekil 1.'de 8 farklı bileşime sahip biyomürekkeplerin reolojik analiz sonuçları verilmiştir. En yüksek reolojik performans, Deney 8 numaralı formülasyonda (%3 Aljinat, %10 Jelatin, 100 mM CaCl<sub>2</sub>) kaydedilmiştir. Bu bulgular, söz konusu kombinasyonun, ekstrüzyon sonrası mükemmel şekil tutma (shape fidelity) yeteneği ve yüksek yapısal stabilite sağlayan en güçlü ve en rijit jel ağ yapısını

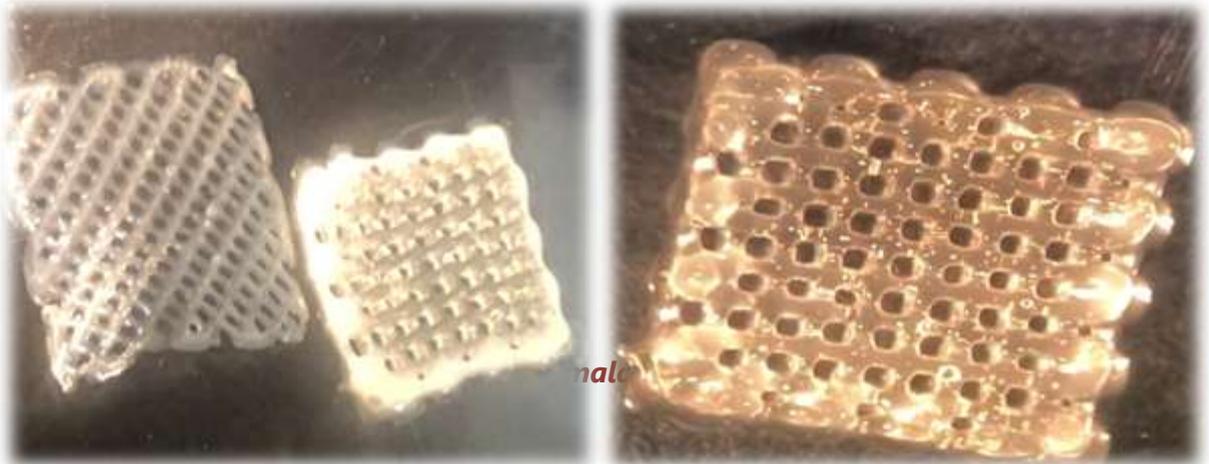
oluşturduğuna işaret etmektedir. Bu nedenle, Deney 8 numaralı formülasyon, optimum biyomürekkep bileşimi olarak belirlenmiş ve sonraki 3D biyobasım deneylerinde kullanılmıştır.

**Şekil 1.** Farklı Biyomürekkep Formülasyonlarının Viskozite ve Depolama Modülü Değerlerinin Karşılaştırmalı Gösterimi



Reolojik analizlerle belirlenen bu optimum formülasyonun (Deney 8) 3D biyobasım performansı değerlendirilmiştir. 22G nozül, 1.2 bar basınç ve 10 mm/sn hız parametreleri ile 8 katmanlı ızgara yapılar başarıyla basılmıştır (Şekil 2.). Optimum biyomürekkep, keskin köşeli, birbirleriyle kaynaşmadan düzgün bir şekilde dizilmiş filamentler oluşturmuş ve basılan yapı yüksek şekilsel sadakat ve yapısal bütünlük sergilemiştir. Bu sonuçlar, optimize edilmiş formülasyonun, ekstrüzyon bazlı 3D biyobasım için gerekli olan yapısal stabilite ve baskı kabiliyetine sahip olduğunu kanıtlamıştır.

**Şekil 2.** 3D biyobasımı yapılan optimum biyomürekkep yapısının görseli



## SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma, aljinat-jelatin bazlı bir biyomürekkebin reolojik özelliklerini ve 3D biyobasım performansını iyileştirmek için tam faktöriyel deneysel tasarım yaklaşımının uygulanabilirliğini ve etkinliğini araştırmıştır. Deneysel bulgular, biyomürekkep bileşenlerinin konsantrasyonlarındaki değişikliklerin, viskozite ve G' gibi reolojik parametreler üzerinde belirgin bir etkisi olduğunu göstermiştir. Özellikle, %3 aljinat, %10 jelatin ve 100 mM CaCl<sub>2</sub> içeren formülasyonun diğer tüm kombinasyonlara kıyasla üstün bir reolojik profil sergilediği gözlemlenmiştir.

Aljinat ve jelatin gibi doğal polimerlerin, konsantrasyon arttıkça viskozite ve jel mukavemetinde artışa neden olduğu bilinmektedir. Benzer şekilde, CaCl<sub>2</sub> gibi iyonik çapraz bağlayıcıların konsantrasyonunun artırılmasının, aljinat zincirleri arasındaki bağlanma yoğunluğunu artırarak jel rijitliğini (G') önemli ölçüde iyileştirdiği yaygın olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmanın asıl katkısı, bu faktörlerin bir arada ve sistematik bir şekilde (DoE ile) değerlendirilerek, aralarındaki sinerjistik etkileşimlerin optimize edilmiş olmasıdır. Örneğin, yüksek jelatin içeriğinin, yüksek aljinat ve CaCl<sub>2</sub> konsantrasyonu ile birleştiğinde, mükemmel bir baskı kabiliyeti ve yapısal stabilite için gerekli olan ideal viskoelastik özellikleri sağladığı görülmüştür. Optimize edilmiş biyomürekkep ile gerçekleştirilen 3D baskı deneyleri, bu reolojik üstünlüğün, filament sürekliliği, şekilsel sadakat ve katmanlar arası kaynaşma açısından üstün bir baskı performansına doğrudan tercüme edildiğini kanıtlamıştır.

Sonuç olarak, bu çalışma, istatistiksel deneysel tasarım metodolojisinin, biyomürekkep geliştirme sürecinde geleneksel tek-değişkenli yaklaşımlara kıyasla çok daha verimli ve sistematik bir yol haritası sunduğunu göstermiştir. DoE, çoklu faktörlerin ve olası etkileşimlerin eşzamanlı olarak değerlendirilmesine olanak tanıyarak, minimum deney sayısı ile maksimum proses bilgisine ulaşılmasını sağlamış ve optimum biyomürekkep formülasyonunun belirlenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Bu tür yaklaşımlar, rejeneratif tıp uygulamaları için güvenilir ve yüksek performanslı biyomürekkeplerin geliştirilmesini hızlandıracaktır.

## KAYNAKÇA

Abaci, A., & Güvendiren, M. (2020). Designing decellularized extracellular matrix-based bioinks for 3D bioprinting. *Advanced Healthcare Materials*, 9(24), 2000734. <https://doi.org/10.1002/adhm.202000734>

Berg, J., Hiller, T., Kissner, M. S., Qazi, T. H., Duda, G. N., Hocke, A. C., ... Kurreck, J. (2018). Optimization of cell-laden bioinks for 3D bioprinting and efficient infection with influenza A virus. *Scientific Reports*, 8(1), 13877. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31880-x>



Fatimi, A., Okoro, O. V., Podstawczyk, D., Simińska-Stanny, J., & Shavandi, A. (2022). Natural hydrogel-based bio-inks for 3D bioprinting in tissue engineering: A review. *Gels*, 8(3), 179. <https://doi.org/10.3390/gels8030179>

Semba, J. A., Mieloch, A. A., Tomaszewska, E., Cywoniuk, P., & Rybka, J. D. (2022). Formulation and evaluation of a bioink composed of alginate, gelatin, and nanocellulose for meniscal tissue engineering. *International Journal of Bioprinting*, 9(1), 621–636. <https://doi.org/10.18063/ijb.v9i1.621>

Soman, S. S., Govindraj, M., Hashimi, N. A., Zhou, J., & Vijayavenkataraman, S. (2022). Bioprinting of human neural tissues using a sustainable marine tunicate-derived bioink for translational medicine applications. *International Journal of Bioprinting*, 8(4), 604. <https://doi.org/10.18063/ijb.v8i4.604>



## Deneysel Tasarım Yaklaşımlarının Biyokimya Alanında Uygulanması ve Optimizasyondaki Rolü

Banuay COŞKUN

E-mail:banuaycoskun@ogr.eskisehir.edu.tr; Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Eskişehir / Türkiye.

---

### Özet

Deneysel tasarım (DoE) yöntemleri, biyokimyasal optimizasyon çalışmalarında geleneksel tek değişkenli yöntemlere kıyasla önemli avantajlar sunar. Bu çalışmada, enzim aktivitesi üzerinde iki kritik faktörün (pH ve sıcaklık) etkisi, üç tekrarlı tam faktöriyel deneysel tasarım ile sistematik olarak incelenmiştir. Üç seviyeli pH (5,0; 6,5; 8,0) ve üç seviyeli sıcaklık (25°C, 37°C, 50°C) koşullarında gerçekleştirilen deneylerin istatistiksel analizi, her iki faktörün de enzim aktivitesi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0,05$ ) ana etkileri olduğunu ve faktörler arasında güçlü bir etkileşim bulunduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, çok faktörlü optimizasyon çalışmalarında DoE yaklaşımlarının üstünlüğünü ve biyokimya alanındaki pratik değerini kanıtlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyokimya, Deneysel Tasarım (DoE), Enzim aktivitesi, Optimizasyon, Tam faktöriyel tasarım.

---

### Abstract

Design of Experiments (DoE) methods offer significant advantages over traditional univariate methods in biochemical optimization studies. In this study, the effects of two critical factors (pH and temperature) on enzyme activity were systematically investigated using a full factorial experimental design with three replicates. Statistical analysis of experiments conducted under three pH levels (5.0; 6.5; 8.0) and three temperature levels (25°C, 37°C, 50°C) revealed that both factors had statistically significant ( $p < 0.05$ ) main effects on enzyme activity, and a strong interaction existed between the factors. The findings demonstrate the superiority of DoE approaches in multifactorial optimization studies and their practical value in biochemistry.

**Keywords:** Biochemistry, Design of Experiments (DoE), Enzyme activity, Optimization, Full factorial design.

---

### GİRİŞ

Deneysel tasarım (Design of Experiments) yöntemleri, biyokimya alanında çok faktörlü deneylerin sistematik şekilde planlanması ve optimizasyonunda önemli araçlardır. Geleneksel tek değişken değiştirme (One-Variable-at-a-Time: OVAT) yöntemlerinin aksine, DoE birden fazla faktörün

etkisini ve etkileşimlerini aynı anda değerlendirmeye olanak sağlar. Bu sayede deney sayısı azalırken, sonuçların güvenilirliği ve optimizasyon doğruluğu artmaktadır (Johnson, 2013; Whitty, 2013). Doğru deney tasarımı seçimi, deneyin başarısı ve kaynakların verimli kullanımı açısından kritik öneme sahiptir.

OVAT yöntemi, faktörler arasındaki etkileşimleri gözlemleyememekte ve proses optimizasyonu için gereken deney sayısını verimsiz bir şekilde artırmaktadır (Oghenejoboh, 2018). Buna karşın, tam faktöriyel tasarım gibi yöntemler, tüm faktör ve seviyelerin kombinasyonlarını deneyerek hem ana etkileri hem de etkileşimleri ortaya koyabilmektedir. Yanıt yüzey metodolojisi (Response Surface Methodology: RSM) ise bu etkileşimleri modelleyerek optimum koşulların hızlı ve hassas bir şekilde belirlenmesini sağlamaktadır (Desai, 2008).

DoE yaklaşımlarının stratejik seçimi, biyokimyasal araştırmalarda deneysel verimliliği ve sonuçların güvenilirliğini önemli ölçüde artırmaktadır (Bowden, Pichler, & Maurer, 2019; Williamson, Tappan, Mora-Tamez, Barım, & Brutchey, 2021). Bu çalışmanın temel amacı, bir enzimatik reaksiyonun verimliliği üzerinde pH (5.0, 6.5, 8.0) ve sıcaklık (25°C, 37°C, 50°C) faktörlerinin hem ana etkilerini hem de ikili etkileşimlerini, istatistiksel olarak güvenilir ve yorumlanabilir bir şekilde ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda, her bir faktör-seviye kombinasyonu için üçer tekrarlı olacak şekilde, toplamda 27 deneysel koşuldan oluşan bir tam faktöriyel deneysel tasarım uygulanmıştır. Toplanan veriler, varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilecek ve anlamlı bulunan etkileşimler, üç boyutlu yanıt yüzeyi grafikleri ile görselleştirilecektir. Bu kapsamlı analizler neticesinde elde edilecek bulguların, söz konusu biyokimyasal süreç için optimal koşulların matematiksel bir tahminini sunması ve bu sayede deneysel tasarım (DoE) ilkelerinin biyokimyasal süreç optimizasyonundaki vazgeçilmez rolünü, pratik değerini ve geleneksel yöntemlere kıyasla sağladığı stratejik üstünlüğü kanıtlayıcı nitelikte olması beklenmektedir.

## **YÖNTEM**

Bu çalışmada, iki önemli çevresel faktörün (pH ve sıcaklık) bir model enzimin aktivitesi üzerindeki ana etkileri ve etkileşimleri, istatistiksel deneysel tasarım (DoE) prensipleri kullanılarak incelenmiştir.

Araştırmada model enzim olarak, nişasta hidrolizinde rol alan ve biyokimya uygulamalarında yaygın olarak kullanılan  $\alpha$ -amilaz enzimi (Sigma-Aldrich) seçilmiştir. Enzimatik reaksiyonların substratı ise %1'lik (w/v) nişasta (Merck) çözeltisi olarak hazırlanmıştır. Faktörlerin optimize edilmesi amacıyla, iki faktörlü ve üç seviyeli tam faktöriyel deneysel tasarım uygulanmıştır. Bağımsız değişkenler ve seviyeleri şu şekilde belirlenmiştir: pH (5.0, 6.5, 8.0) ve sıcaklık (25°C, 37°C, 50°C). Bu tasarım,  $3 \times 3 = 9$  farklı deneysel koşulun oluşmasını sağlamıştır. Deneylerin istatistiksel güvenilirliğini artırmak ve hata varyansını tahmin edebilmek için her bir koşul üçer tekerrürlü olarak ( $n=3$ ) çalışılmış ve toplamda 27 deney gerçekleştirilmiştir.

Enzim aktivitesi, nişastanın glikoza parçalanması sonucu ortaya çıkan indirgen şeker miktarının, DNS (3,5-dinitrosalisilik asit) yöntemi ile 540 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçülmesiyle kantifiye edilmiştir. Aktivite birimi olarak U/mL (dakikada 1  $\mu$ mol ürün oluşturan enzim miktarı) kullanılmıştır. Elde edilen ham veriler, her bir koşul için ortalama ve standart sapma (SD) değerleri

hesaplanarak özetlenmiştir. Veri setinin istatistiksel analizi, IBM SPSS Statistics 25 (IBM Corp., ABD) yazılımı kullanılarak, iki-yönlü varyans analizi (ANOVA) ile gerçekleştirilmiştir. Ana etkilerin ve etkileşimlerin istatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak kabul edilmiştir.

## BULGULAR

Bu çalışmanın amacı, pH ve sıcaklık faktörlerinin  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesi üzerindeki etkilerini ve bu faktörler arasındaki etkileşimi istatistiksel olarak araştırmaktır. Üçer tekrarlı tam faktöriyel deneysel tasarım ile elde edilen ortalama enzim aktivitesi değerleri ve standart sapmaları Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1.** Farklı pH ve Sıcaklık Koşullarında Ölçülen Enzim Aktivitesi Değerleri

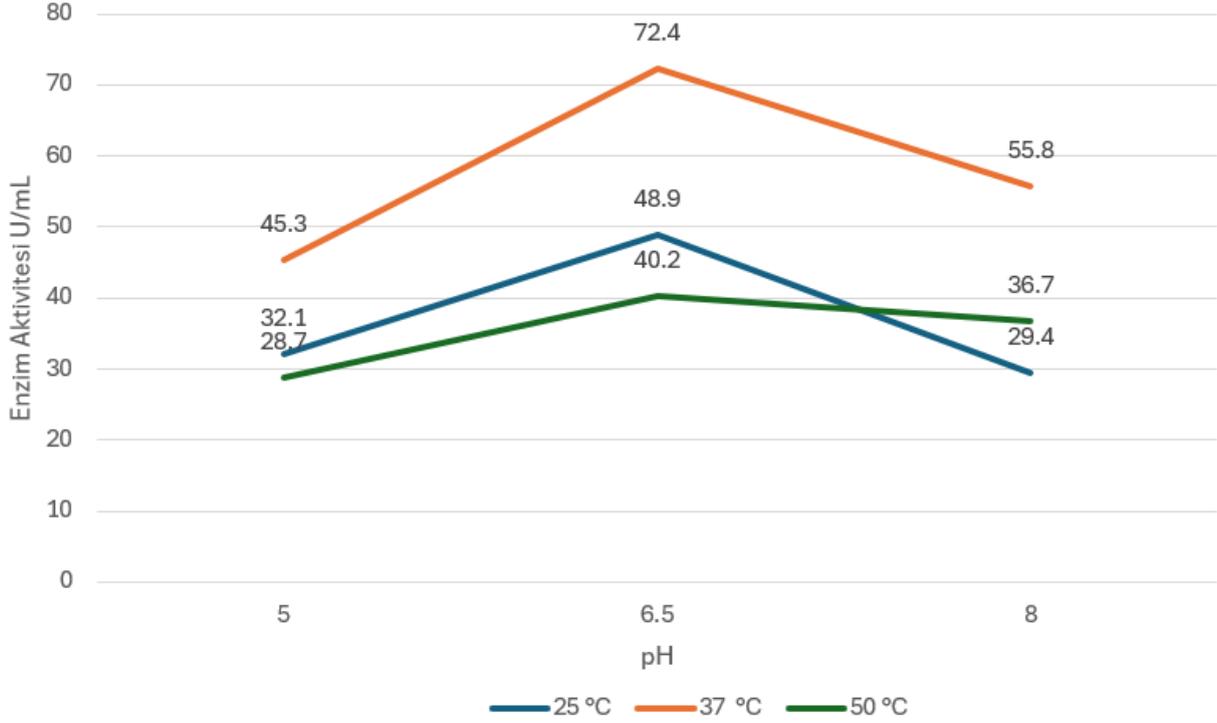
pH	Sıcaklık	Enzim Aktivitesi (U/mL) (Ortalama $\pm$ SD)
5.0	25°C	32.1 $\pm$ 2.5
5.0	37°C	45.3 $\pm$ 3.1
5.0	50°C	28.7 $\pm$ 2.2
6.5	25°C	48.9 $\pm$ 3.0
6.5	37°C	72.4 $\pm$ 3.8
6.5	50°C	40.2 $\pm$ 2.9
8.0	25°C	29.4 $\pm$ 2.0
8.0	37°C	55.8 $\pm$ 3.3
8.0	50°C	36.7 $\pm$ 2.5

*Not.* SD: Standart Sapma; n=3.

İki-yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları, hem pH'ın ( $F(2, 18) = 147.35, p < .001$ ) hem de sıcaklığın ( $F(2, 18) = 89.42, p < .001$ ) enzim aktivitesi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Daha da önemlisi, bu iki faktör arasında enzim aktivitesi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve güçlü bir etkileşim olduğu tespit edilmiştir ( $F(4, 18) = 38.16, p < .001$ ).

Etkileşimin doğasını görselleştirmek için elde edilen veriler Şekil 1'de grafiğe dökülmüştür. Grafik, en yüksek enzim aktivitesinin (72.4 U/mL) pH 6.5 ve 37°C koşullarında elde edildiğini açıkça göstermektedir. Her iki faktörün de enzim aktivitesi üzerindeki etkisinin doğrusal olmadığı, aksine belirli bir optimum noktada maksimuma ulaştığı gözlemlenmiştir. Örneğin, 37°C sabit sıcaklıkta, pH'ın 5.0'tan 6.5'a yükselmesiyle aktivite belirgin şekilde artarken, pH'ın 8.0'a çıkmasıyla aktivitede düşüş kaydedilmiştir. Benzer şekilde, pH 6.5 sabitken, sıcaklığın 25°C'den 37°C'ye yükselmesi aktiviteyi maksimuma taşımış, ancak 50°C'de enzimin termal denatürasyonuna bağlı olarak aktivite keskin bir şekilde azalmıştır. Düşük pH (5.0) ve yüksek sıcaklık (50°C) gibi stres koşullarında ise enzim aktivitesinin %40-60 oranında azaldığı belirlenmiştir.

**Şekil 1.** pH ve Sıcaklık Faktörlerinin Enzim Aktivitesi Üzerindeki Etkileşim Grafiği



## SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma, istatistiksel deneysel tasarım (DoE) yaklaşımının, enzim aktivitesi optimizasyonu gibi biyokimyasal süreçlerdeki kritik rolünü ve üstünlüğünü deneysel olarak ortaya koymayı amaçlamıştır. İki faktörlü ve üç seviyeli tam faktöriyel tasarım ile yürütülen araştırmadan elde edilen bulgular, hem pH hem de sıcaklığın  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve güçlü ana etkileri olduğunu göstermiştir (her biri için  $p < .001$ ). Daha da önemlisi, bu iki faktör arasında son derece anlamlı bir etkileşim tespit edilmiştir ( $p < .001$ ). Bu etkileşim, en yüksek enzim aktivitesine (72.4 U/mL) ancak pH 6.5 ve 37°C'nin kesişiminde ulaşılabileceğini, bu koşullardan herhangi bir sapmanın ise aktivitede önemli düşümlere neden olacağını net bir şekilde kanıtlamaktadır.

Elde edilen bu bulgular, literatürdeki mevcut bilgilerle büyük ölçüde uyumludur. 37°C civarındaki sıcaklıkların ve nötral pH'a yakın değerlerin birçok enzim için optimum koşullar olduğu bilinmektedir. Örneğin, benzer çalışmalar da  $\alpha$ -amilaz enziminin tipik optimum sıcaklık aralığının 35-40°C, optimum pH aralığının ise 6.0-7.0 civarında olduğunu rapor etmektedir. Ancak bu çalışmanın asıl katkısı, geleneksel tek değişkenli yöntemlerle gözlemlenmesi mümkün olmayan etkileşim etkisini istatistiksel olarak doğrulamasıdır. Örneğin, 50°C'deki yıkıcı etkinin pH 5.0'da çok daha şiddetli olması veya yüksek sıcaklıkta pH 8.0'a toleransın nispeten daha yüksek olması, ancak çok faktörlü bir tasarım ile anlaşılacak dinamiklerdir. Bu durum, bir faktörün enzim üzerindeki etkisinin, diğer faktörün

seviyesine bağlı olarak değişebileceğini ve bu nedenle faktörlerin birbirinden izole edilerek optimize edilemeyeceğini göstermektedir.

Çalışmanın en önemli sonucu, biyokimyasal optimizasyon çalışmalarında geleneksel OVAT yöntemi yerine DoE yaklaşımının benimsenmesinin gerekliliğidir. DoE, etkileşimleri tespit etme, kaynakları verimli kullanma ve gerçek optimum noktayı hatasız bir şekilde belirleme konusunda tartışmasız bir avantaj sağlamaktadır. Bu çalışma, pH ve sıcaklık gibi temel faktörlerde bile karmaşık etkileşimlerin varlığını kanıtlayarak, daha fazla sayıda faktörün incelendiği gerçek dünya optimizasyon problemlerinde DoE'nin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, gelecekteki çalışmalar için, bu iki faktörlü modelin üzerine substrat konsantrasyonu, enzim konsantrasyonu ve inhibitör varlığı gibi yeni faktörlerin eklenerek RSM ile modellenmesi ve endüstriyel uygulamalara yönelik optimizasyon çalışmalarının yapılması önerilmektedir. Ayrıca, farklı enzim sistemleri için de benzer DoE protokollerinin uygulanması, biyokatalitik proseslerin verimliliğini artırmada önemli bir adım olacaktır.

## KAYNAKÇA

Bowden, G. D., Pichler, B. J., & Maurer, A. (2019). A design of experiments (DoE) approach accelerates the optimization of copper-mediated <sup>18</sup>F-fluorination reactions of arylstannanes. *Scientific Reports*, 9(1), 11370. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47846-6>.

Desai, K. M., Survase, S. A., Saudagar, P. S., Lele, S. S., & Singhal, R. S. (2008). Comparison of artificial neural network (ANN) and response surface methodology (RSM) in fermentation media optimization: Case study of fermentative production of scleroglucan. *Biochemical Engineering Journal*, 41(3), 266–273. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2008.05.009>.

Johnson, F. R., Lancsar, E., Marshall, D. A., Kilambi, V., Mühlbacher, A., Regier, D. A., ... Bridges, J. F. P. (2013). Constructing experimental designs for discrete-choice experiments: Report of the ISPOR conjoint analysis experimental design good research practices task force. *Value in Health*, 16(1), 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2012.08.2223>.

Oghenejoboh, K. M. (2018). Biosorption of nickel (II) ion from synthetic wastewater on watermelon rind activated carbon using response surface methodology (RSM) optimization approach. *Nigerian Journal of Technology*, 37(3), 647–656. <https://doi.org/10.4314/njt.v37i3.13>.

Whitty, J. A., & Kauf, T. L. (2013). Turning the spotlight on experimental design in discrete choice experiments—A focus on pragmatic approaches in health. *Value in Health*, 16(1), 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2012.10.015>.

Williamson, E. M., Tappan, B. A., Mora-Tamez, L., Barım, G., & Brutchey, R. L. (2021). Statistical multiobjective optimization of thiospinel CoNi<sub>2</sub>S<sub>4</sub> nanocrystal synthesis via design of experiments. *ACS Nano*, 15(6), 9422–9433. <https://doi.org/10.1021/acsnano.1c00502>.



## (E)-2-(((4-ethylphenyl)imino)methyl)-4-methoxyphenol: Synthesis, Crystallographic Analysis, and Spectroscopic Characterization

Şehriman ATALAY<sup>1</sup>, Erdim Atakan SAĞLIK<sup>1</sup>, Hakan BÜLBÜL<sup>1</sup>, Erbil AĞAR<sup>2</sup>, Onur Erman DOĞAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>[atalays@omu.edu.tr](mailto:atalays@omu.edu.tr);  
55200 Samsun/ Turkey

Department of Physics, Faculty of Science, Ondokuz Mayıs University,

<sup>2</sup>[erbagar@omu.edu.tr](mailto:erbagar@omu.edu.tr);

Department of Chemistry, Faculty of Science, Ondokuz Mayıs University, 55200 Samsun/ Turkey

---

### Özet

Bu çalışmada, (E)-2-(((4-etilfenil)imino)metil)-4-metoksifenol bileşiğinin sentezi, tek kristal X-ışını kırınımı analizi ve kızılötesi spektroskopik karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Yapısal parametreler deneysel olarak belirlenmiş ve HF ve DFT yöntemleri kullanılarak teorik hesaplamalarla karşılaştırılmıştır. Tautomerik form ve hidrojen bağı etkileşimleri ayrıntılı olarak analiz edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** X-Ray Diffraction, Crystal Structure, Schiff Base, IR, DFT, HF.

---

### Abstract

In this study, the synthesis, single-crystal X-ray diffraction analysis, and infrared spectroscopic characterization of the (E)-2-(((4-ethylphenyl)imino)methyl)-4-methoxyphenol compound were performed. The structural parameters were determined experimentally and compared with theoretical calculations using HF and DFT methods. The tautomeric form and hydrogen bonding interactions were analyzed in detail.

**Keywords:** X-Ray Diffraction, Crystal Structure, Schiff Base, IR, DFT, HF.

---

## INTRODUCTION

Schiff bases are a versatile class of compounds formed by the condensation of primary amines with carbonyl compounds, typically aldehydes or ketones. Characterized by the presence of an azomethine ( $-C=N-$ ) functional group, they exhibit remarkable structural diversity and tunable physicochemical properties. Since their discovery by Hugo Schiff in 1864, these compounds have attracted significant attention in fields such as coordination chemistry, materials science, medicinal chemistry, and catalysis. Schiff bases are known for their ability to form stable complexes with a wide range of metal ions, enabling applications in sensing, magnetism, and homogeneous catalysis.

In addition to their coordination capabilities, Schiff bases display various biological activities, including antimicrobial, anticancer, and antioxidant effects, which have spurred interest in pharmaceutical and biochemical research. Structural studies, particularly using X-ray crystallography, have provided

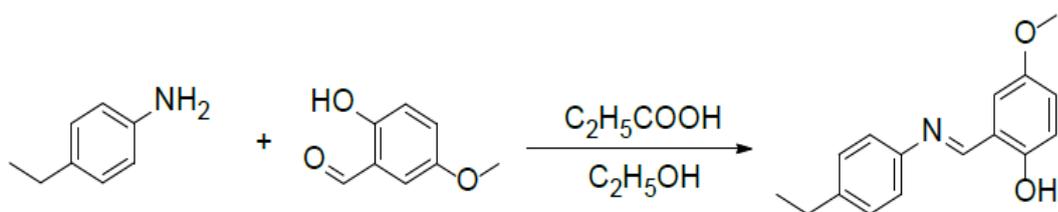
valuable insights into the relationship between their molecular geometry, electronic properties, and functional behavior.

Among Schiff bases, those containing phenolic –OH groups are of particular importance due to their ability to engage in intramolecular hydrogen bonding, leading to tautomerism between enol–imine and keto–amine forms. Such structural features significantly influence their chemical reactivity and stability, making them compelling subjects for both theoretical and experimental investigations.

In this context, we report the synthesis, crystallographic characterization, and spectroscopic analysis of (E)-2-(((4-ethylphenyl)imino)methyl)-4-methoxyphenol, a phenolic Schiff base that adopts the enol–imine tautomeric form. Detailed single-crystal X-ray diffraction studies, supported by theoretical calculations, were performed to elucidate its molecular geometry, hydrogen-bonding interactions, and tautomeric stability.

## EXPERIMENTAL

### 2.1. Synthesis of (E)-2-(((4-ethylphenyl)imino)methyl)-4-methoxyphenol



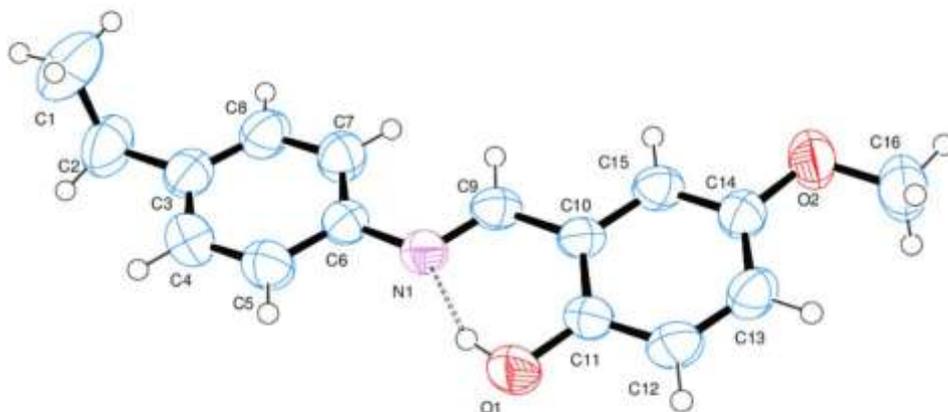
#### Scheme 1. Synthesis of the title compound

(E)-2-(((4-ethylphenyl)imino)methyl)-4-methoxyphenol was prepared by refluxing equimolar amounts of 2-hydroxy-5-methoxybenzaldehyde (0.0200 g, 0.00090 mol) and 4-ethylaniline (0.0107 g, 0.00090 mol) in ethanol (2 × 20 mL) for 1 h under a condenser with continuous stirring. Upon cooling to room temperature, the resulting precipitate was collected by filtration and recrystallized from ethanol to give pale yellow crystals in 60% yield (m.p. 69–71 K). Single crystals suitable for X-ray diffraction were obtained by slow evaporation of ethanol at ambient temperature. The molecular structure is depicted in Scheme 1.

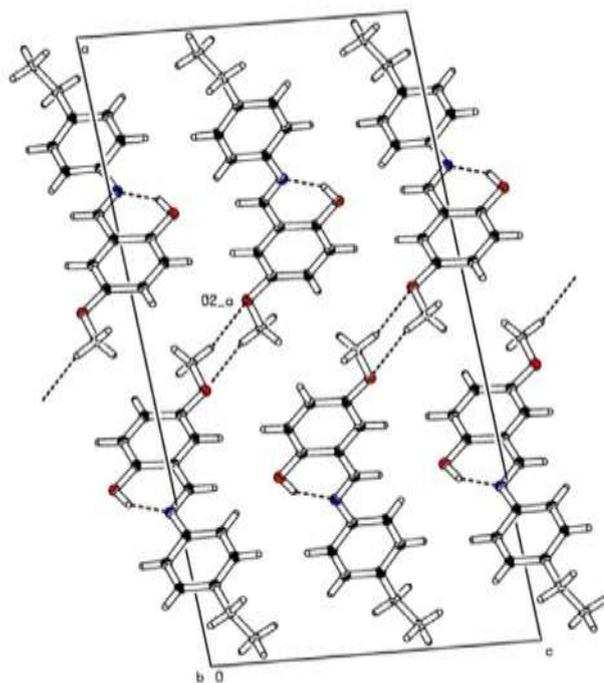
### 2.2. X-ray crystallographic study

The molecular structure of C<sub>16</sub>H<sub>17</sub>NO<sub>2</sub> (III), drawn with 50% probability ellipsoids, is presented in Figure 1, while the packing diagram illustrating intermolecular interactions is shown in Figure 2. The geometric parameters of the hydrogen bonds are summarized in Table 1. Crystal data, data collection, and refinement details are provided in Table 2, and the fractional atomic coordinates along with isotropic displacement parameters are listed in Table 3.

The structure of the (II) molecule crystallizes in the P2<sub>1</sub>/c space group. Selected geometric parameters for the crystal are given in Table 4.



**Figure 1.** ORTEP-3 diagram of the C<sub>16</sub>H<sub>17</sub>NO<sub>2</sub> (III) molecule



**Figure 2.** Packing diagram of the C<sub>16</sub>H<sub>17</sub>NO<sub>2</sub> (III) molecule (Spek, 2009).

**Table 1.** Hydrogen bond geometry of the C<sub>16</sub>H<sub>17</sub>NO<sub>2</sub> (III) molecule (Å, °)

D-H ... A	D-H	H ... A	D ... A	D-H ... A
C16—H16B...O2 <sup>i</sup>	0.96	2.58	3.510 (4)	163
O1—H1...N1	0.89 (4)	1.81 (4)	2.615 (3)	150 (3)

(i)  $-x+1, y-1/2, -z+1/2$ .

**Table 2.** Crystallographic data for (3)

Chemical formula	$C_{16}H_{17}NO_2$
Formula weight	255.30
Crystal system	Monoclinic
Space group	$P2_1/c$
a(Å), b(Å), c(Å)	24.039 (2), 4.7025 (3), 12.3056
$\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ (°)	90, 97.432, 90
Volume of the unit cell (Å <sup>3</sup> )	1379.4 (2)
Z	4
Calculated density (Mgm <sup>-3</sup> )	1.229
F <sub>000</sub>	544
Crystal dimensions (mm)	0.79 × 0.39 × 0.06
X-ray	MoK <sub>α</sub>
Wavelength (Å)	0.71073
Heat (K)	293
R <sub>int</sub>	0.117
Diffractometer	Xcalibur, Eos (CrysAlis PRO; Agilent,
Programs used	Shelxs-97, Shelxl-97, WinGx
h, k, l	-29→29, -5→5, -14→14
$\theta_{min}$ , $\theta_{max}$ (°)	1.7, 25.5
Number of parameters	178
R [F <sup>2</sup> > 2σ(F <sup>2</sup> )]	0.052
wR(F <sup>2</sup> )	0.098
S	0.87
$\Delta\rho_{max}$ , $\Delta\rho_{min}$ (e/Å <sup>3</sup> )	0.12, -0.12

**Table 3.** Fractional coordinates and  $U_{iso}^*$ ,  $U_{eq}$  ( $\text{\AA}^2$ ) values of some atoms in the  $C_{16}H_{17}NO_2$  (III) crystal

	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	$U_{iso}^* / U_{eq}$
O1	0.712 (11)	0.270 (5)	0.674 (17)	0.077 (7)
O2	0.5682 (9)	-0.216 (5)	0.342 (16)	0.078 (7)
N1	0.754 (10)	0.555 (5)	0.521 (19)	0.053 (7)
C10	0.679 (11)	0.218 (6)	0.483 (2)	0.047 (8)
C6	0.792 (11)	0.754 (6)	0.488 (2)	0.050 (8)
C14	0.602 (12)	-0.102 (6)	0.429 (3)	0.055 (8)
C15	0.642 (12)	0.085 (6)	0.402 (2)	0.054 (8)
C9	0.719 (13)	0.421 (6)	0.451 (2)	0.053 (8)
C11	0.676 (13)	0.150 (6)	0.593 (2)	0.054 (8)
C7	0.792 (12)	0.859 (7)	0.383 (3)	0.063 (9)
C13	0.600 (12)	-0.167 (6)	0.538 (3)	0.062(9)
C3	0.873 (14)	1.144 (7)	0.4374(3)	0.065 (9)
C5	0.833 (14)	0.854 (7)	0.567 (3)	0.069 (9)
C12	0.637 (13)	-0.041 (7)	0.619 (2)	0.066(9)
C8	0.831 (14)	1.051 (7)	0.359 (3)	0.068 (9)
C16	0.523 (14)	-0.390 (7)	0.365 (3)	0.087 (11)
C4	0.873 (14)	1.045 (7)	0.542 (3)	0.076 (10)
C2	0.918 (14)	1.349 (7)	0.408 (3)	0.092 (11)
C1	0.961 (15)	1.212 (9)	0.352 (3)	0.123 (15)

**Table 4.** Some geometric parameters of the C<sub>16</sub>H<sub>17</sub>NO<sub>2</sub> (III) molecule

<b>Bond lengths (Å)</b>			
<b>Parameter</b>	<b>Exp.</b>	<b>DFT</b>	<b>HF</b>
O1—C11	1.356	1.351	1.339
O2—C14	1.374	1.373	1.356
O2—C16	1.413	1.419	1.398
N1—C9	1.276	1.291	1.261
N1—C6	1.419	1.409	1.410
C10—C15	1.392	1.406	1.393
C10—C11	1.402	1.422	1.403
C10—C9	1.454	1.453	1.469
C6—C5	1.374	1.404	1.391
C6—C7	1.374	1.405	1.389
C14—C15	1.365	1.392	1.382
C14—C13	1.382	1.404	1.389
C11—C12	1.376	1.397	1.385
C7—C8	1.380	1.395	1.388
C13—C12	1.379	1.395	1.386
C3—C4	1.373	1.395	1.386
C3—C8	1.376	1.402	1.389
C3—C2	1.507	1.514	1.514
C5—C4	1.383	1.393	1.383
C2—C1	1.474	1.541	1.533
RMSE		0.023	0.017
<b>Bond angles (°)</b>			
C14—O2—C16	117.8	118.32	119.60
C9—N1—C6	121.3	121.25	120.37
C15—C10—C11	118.7	119.19	119.27
C15—C10—C9	119.9	119.07	117.92
C11—C10—C9	121.3	121.72	122.79

C5—C6—C7	117.7	118.60	118.77
C5—C6—N1	117.1	118.60	118.77
C7—C6—N1	125.2	123.39	122.98
C15—C14—O2	115.8	116.22	116.43
C15—C14—C13	119.4	119.07	118.59
O2—C14—C13	124.8	124.69	124.96
C14—C15—C10	121.5	121.36	121.74
N1—C9—C10	122.8	122.51	123.42
O1—C11—C12	119.5	118.69	117.95
O1—C11—C10	121.3	122.32	123.27
C12—C11—C10	119.2	118.97	118.76
C6—C7—C8	120.9	120.28	120.27
C12—C13—C14	120.1	120.33	120.33
C4—C3—C8	117.4	117.70	117.65
C4—C3—C2	117.4	121.12	121.09
C8—C3—C2	121.0	121.16	121.25
C6—C5—C4	121.2	120.49	120.41
C11—C12—C13	121.0	118.43	118.42
C3—C8—C7	121.5	121.50	121.46
C3—C4—C5	121.2	121.37	121.39
C1—C2—C3	113.1	113.00	113.02
RMSE		1,099	1,271
<b>Torsion angles (°)</b>			
C9—N1—C6—C5	-170.0	-146.75	138.53
C9—N1—C6—C7	43627	35.79	44.01
C16—O2—C14—C15	-174.0	179.37	179.97
C16—O2—C14—C13	43531	-0.6	0.02
O2—C14—C15—C10	179.8	178.12	178.63
C13—C14—C15—C10	-1.5	-0.05	0.14

C11—C10—C15—C14	43586	0.142	0.91
C9—C10—C15—C14	-178.7	-179.99	179.89
C6—N1—C9—C10	-179.4	-177.41	178.53
C15—C10—C9—N1	178.0	-179.99	179.89
C11—C10—C9—N1	-2.2	0.70	0.83
C15—C10—C11—O1	179.3	179.75	179.94
C9—C10—C11—O1	-0.5	-0.10	0.15
C15—C10—C11—C12	-0.7	-0.15	0.04
C9—C10—C11—C12	179.5	179.98	179.89
C5—C6—C7—C8	1.9	1.60	1.66
N1—C6—C7—C8	-179.6	179.05	179.09
C15—C14—C13—C12	0.7	-0.05	0.01
O2—C14—C13—C12	179.4	179.95	180.03
C7—C6—C5—C4	-2.3	1.23	1.56
N1—C6—C5—C4	179.1	-179.81	179.69
O1—C11—C12—C13	180.0	179.45	179.78
C10—C11—C12—C13	0.0	0.22	0.15
C14—C13—C12—C11	0.0	0.21	0.19
C4—C3—C8—C7	-2.0	-1.78	-1.67
C2—C3—C8—C7	178.5	174.23	173.56
C6—C7—C8—C3	0.2	1.97	1.65
C8—C3—C4—C5	1.7	1.54	1.65
C2—C3—C4—C5	-178.8	-177.54	-176.43
C6—C5—C4—C3	0.5	0.42	0.37
C4—C3—C2—C1	102.9	101.65	100.54
C8—C3—C2—C1	-77.6	-89.67	91.71

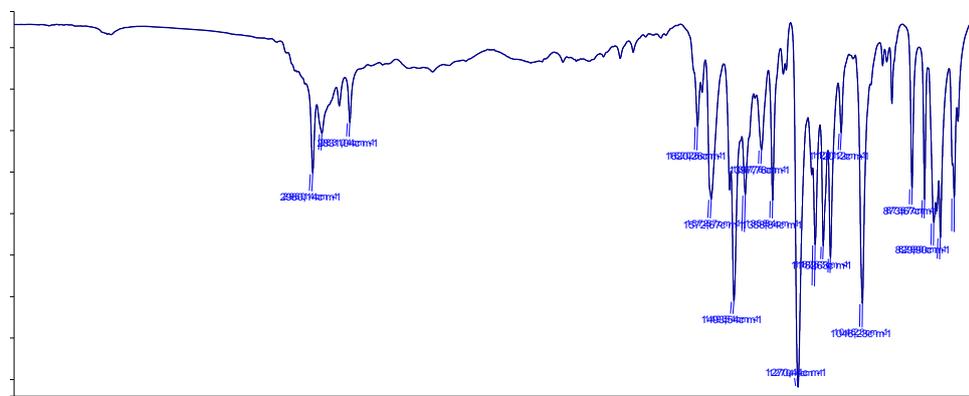
The calculated root mean square error (RMSE) values for bond lengths and bond angles were found to be 0.017 Å and 1.371° for the HF method, and 0.023 Å and 1.099° for the DFT (B3LYP) method,

respectively. These results indicate that the HF method yields the lowest RMSE for bond lengths, whereas the DFT method provides the lowest RMSE for bond angles.

In conclusion, while the HF method performs better for calculating bond lengths, the DFT method offers superior results for bond angles and overall molecular geometry. Despite minor discrepancies between experimental and theoretical data, the DFT method is considered sufficiently accurate for determining the physical and chemical properties of the (III) molecule.

#### *Vibration analysis (IR studies of the C<sub>16</sub>H<sub>17</sub>NO<sub>2</sub> (III) molecule)*

The IR spectrum of the (III) molecule is presented in Figure 3. Careful examination of the spectrum reveals a weak and broad O–H stretching vibration around 3675 cm<sup>-1</sup>, and a C=N stretching vibration associated with the imine group at 1620 cm<sup>-1</sup>. The presence of both O–H and C=N vibrations in the IR spectrum of the (III) molecule indicates and supports that the structure adopts the enol–imine tautomeric form. The observed vibrational frequencies are consistent with those reported for similar enol–imine type molecules.



**Figure 3.** IR spectrum of molecule (III)

Additional characteristic peaks include the C–O stretching and bending vibrations of the aromatic ring at 1474 cm<sup>-1</sup>, and the O–CH<sub>3</sub> stretching vibration at 1040 cm<sup>-1</sup>.

**Table 5.** Some selected experimental and theoretical vibrational bands of (3) (cm<sup>-1</sup>)

Vibrations	Exp.	DFT	HF
$\nu(\text{O-H})$	3675	3489	3125
$\nu(\text{C-H})$	2942	2914	2939
$\nu(\text{C=N})$	1620.26	1683.74	1620.75
$\nu(\text{C-O})$	1474	1486	1472.32
$\gamma(\text{O-H})$	1572	1633	1620.75
$\nu(\text{O-CH}_3)$	1040.30	1051,86	1037.85
$\omega(\text{O-H})$	796.21	631.27	769.46

## CONCLUSIONS

Using X-ray diffraction and experimental methods, the structural features of the (III) molecule were elucidated. The theoretical and experimental bond lengths between the C–O and C=N atoms were compared. It was determined that the (III) molecule belongs to the enol–imine tautomeric form, in which the hydrogen atom involved in the intramolecular hydrogen bond is attached to the oxygen atom, forming an intramolecular O–H···N hydrogen bond. In this tautomeric form, the phenolic C–O bond lengths exhibit single-bond character, whereas the imine C=N bond lengths display double-bond character.

### Acknowledgment

This work was supported by Ondokuz Mayıs University under the Scientific Research Project No. PYO.FEN.1904.16.009.

### KAYNAKÇA

Allen, F.H., Watson, D.G., Brammer, L., Orpen, A.G. and Taylor, R. 2004. Typical interatomic distances: organic compounds. International Tables for Crystallography, Vol. C, (Editör: E. Prince), s, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 3. baskı, 790-811 <https://doi.org/10.1107/97809553602060000621>

Azaroff, L.V., 1968. Elements of X-Ray Crystallography. McGraw-Hill Inc., USA. Buerger, 1960. Crystal Structure Analysis. John Wiley and Sons, Inc. New York,

Cohen, M. D. and Schmidt, G. M. J.1962. Photochromy andt hermochromy of anils. The Journal of Physical Chemistry, 66(12), 2442-2446 . doi: 10.1021/j100818a030

Dennington II, R., Keith, T. and Millam, J., 2007. GaussView, Version 4.1.2, Semichem, Inc., Shawnee Mission, KS.



- Farrugia, L.J. 1997. ORTEP-3 for Windows a version of ORTEP-3 with a Graphical User Interface (GUI). *Journal of Applied Crystallography*, 30, 565. Doi: 10.1107/S0021889897003117.
- Farrugia, L.J. 1999. WinGX suite for small-molecule single-crystal crystallography. *Journal of Applied Crystallography*, 32, 837-838. doi: 10.1107/S0021889899006020.
- Foresman, J.B., Frisch, A.M. 1996. *Exploring Chemistry with electronic structure Methods*. 2nd Edition, Gaussian Inc., USA.
- Garnovskii, A.D., Nivorozhkin, A.L. and Minkin, V.I. 1993. Ligand environment and the structure of Schiff base adducts and tetracoordinated metal-chelates. *Coordination Chemistry Reviews*, 126, 1-69. Doi: 10.1016/0010-8545(93)85032- Y.
- Giacovazzo, C. 1992. Editor. *Fundamentals of Crystallography*. IUCr.
- Giacovazzo, C. (Ed.). 2002. *Fundamentals of crystallography (Vol. 7)*. Oxford university press, USA.
- Giacovazzo, C., Monaco, H.L., Artioli, G., Viterbo, D., Ferraris, G., Gilli, G., Zanotti, G., Catti, M., 2002. *Fundamentals of Crystallography*. 2nd edition, Oxford University Pres, 848 s, Oxford, UK.
- Gökçe, A.G. 2002. The Crystal Structure Analysis of C<sub>28</sub>H<sub>24</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> and C<sub>23</sub>H<sub>32</sub>N<sub>4</sub>Se by Single Crystal X-Ray Diffraction Technique. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı, 96, İzmir.
- Gündüz, T., 2004. *İnstrümental Analiz (Yedinci Baskı)*. Gazi Kitabevi Tic. Ltd. Şti., 1357 s, Ankara, TR
- Kittel, C., 2004 *Elementary statistical physics*. Courier Corporation.
- Kownacki K, Mordzinski A, Wilbrandt R and Grabowska A 1994. Laser-Induced Absorption and Fluorescence Studies of Photochromic Schiff-Bases. *Chemical Physics Letters*, 227(3): 270-276. doi:Doi 10.1016/0009-2614(94)00826-4
- Mckie, D. and Mckie, C., 1986. *Essentials of Crystallography*. Blackwell Scientific Pub.,s: 329-330, Oxford.
- Michette, A.G. and Buckley, C. 1993. *X-Ray Science and Technology*, Bristol; Philadelphia: IOP Pub. c.
- Moustakali, I., Hadjoudis, E. and Mavridis, A. 1978. Crystalline Molecular Structure of Some Thermochromic Schiff Bases. *Acta Crystallographica*, B34, 3709- 3715. Doi: 10.1107/S0567740878011930.
- Nardelli, M. 1995. PARST95 an update to PARST: a system of Fortran routines for calculating molecular structure parameters from the results of crystal structure analyses. *Journal of Applied Crystallography*, 28, 659.



Park S, Mathur V K and Planalp R P 1998. Syntheses, solubilities and oxygen absorption properties of new cobalt(II) Schiff-base complexes. *Polyhedron*, 17(2-3): 325-

330. doi: 10.1016/S0277-5387(97)00308-2

Sheldrick, G.M., 1997a. SHELXS97, Program for the solution of crystal structures.

University of Göttingen, Germany

Sheldrick, G.M., 1997b. SHELXL97, Program for crystal structure refinement.

University of Göttingen, Germany

Spek, A.L. 2008. *Acta Crystallographica*, D65, 148-155.

Waller, I., 1927. *Ann Phys.* 83, 153-183. doi: 10.1002/andp.19273881002

## Huanglongbing Hastalığından Etkilenmiş Narenciye Ağaçlarında YOLO Tabanlı Nesne Tespit Modellerinin Karşılaştırmalı Analizi

Bünyamin Akmeşe<sup>1</sup>, Esin Ayşe Zaimoğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>E-mail: [bunyamin.akmese@ogr.sakarya.edu.tr](mailto:bunyamin.akmese@ogr.sakarya.edu.tr) ; Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Sakarya / Türkiye.

<sup>2</sup>E-mail: [esinzaimoglu@sakarya.edu.tr](mailto:esinzaimoglu@sakarya.edu.tr); Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Sakarya / Türkiye.

---

### Özet

Huanglongbing (HLB), “Citrus Greening” olarak da bilinen, narenciye ağaçlarında yaprak sararması, meyve deformasyonu ve ciddi verim kaybına yol açan ölümcül bir bakteriyel hastalıktır. Bu çalışmada, HLB hastalığından etkilenmiş narenciye ağaçlarının yüksek çözünürlüklü görüntülerini içeren CitDet veri seti üzerinde eğitilmiş YOLO tabanlı nesne tespit modelinin karşılaştırmalı değerlendirilmesi yapılmıştır. YOLOv5, YOLOv7 ve Faster R-CNN modelleri Hassasiyet (precision), duyarlılık (recall), mAP@50 ve mAP@50-95 gibi performans metrikleri kullanılarak kapsamlı şekilde analiz edilmiştir. Bulgularımız, özellikle “Tiled” olarak adlandırılan ve veri setinin 3×3 şeklinde bölünmesiyle oluşturulmuş alt görüntüler üzerinde eğitilen modellerin, klasik tüm görüntü üzerinde eğitilen modellere kıyasla belirgin üstünlük sağladığını göstermektedir. Tiled modellerde mAP@50 ortalama %84,4, maksimum %90,5 seviyesine ulaşırken; Tiled olmayan (tam görüntü) modellerde ortalama %56,3, maksimum %75,9 olarak gerçekleşmiştir. Elde edilen sonuçlar, küçük nesne tespitinde ve yüksek doğruluk gerektiren tarımsal uygulamalarda “Tiled” yaklaşımının karşılaştırılan modellere göre daha etkili olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yolo, Huanglongbing, HLB, CitDet

---

### Abstract

Huanglongbing (HLB), also known as “Citrus Greening,” is a fatal bacterial disease in citrus trees that leads to leaf yellowing, fruit deformation, and severe yield loss. In this study, a comparative evaluation was conducted on a YOLO-based object detection model trained on the CitDet dataset, which contains high-resolution images of citrus trees affected by HLB disease. The YOLOv5, YOLOv7, and Faster R-CNN models were comprehensively analyzed using performance metrics such as precision, recall, mAP@50, and mAP@50-95. Our findings indicate that models trained on sub-images generated by dividing the dataset into a 3×3 grid, referred to as the “Tiled” approach, exhibit a marked superiority over models trained on the entire image. In the Tiled models, the mean

mAP@50 reached 84.4%, with a maximum of 90.5%, whereas in the non-Tiled (full image) models, the mean was 56.3% and the maximum was 75.9%. The results clearly demonstrate that the Tiled approach is more effective than the compared models, particularly in small object detection and agricultural applications requiring high accuracy.

Keywords: Yolo, Huanglongbing, HLB, CitDet

## 1. GİRİŞ

Meyve üretimi, tarım sektörünün en değerli kollarından biri olup, dünya genelinde ekonomik sürdürülebilirlik ve gıda güvenliği açısından büyük öneme sahiptir. Bahçecilik temelli üretim sistemlerinde; meyve büyüklüğü, adedi ve gelişim evreleri gibi kriterlerin doğru şekilde izlenmesi, verim tahmini ve kalite kontrol açısından kritik rol oynar. Ancak açık arazi koşullarında, ağaç dalları, yapraklar ve değişken ışık ortamı gibi etkenler, geleneksel yöntemlerle yapılan meyve sayımı ve hastalık takibini Şekil 1’de gösterildiği üzere güçleştirmektedir.



Şekil 1 HLB hastalığına yakalanan bir meyve ağacı (FECIER 2021,

Narenciye türlerinde yaygın olarak görülen Huanglongbing (HLB) hastalığı, meyve verimini Şekil 2’de gösterildiği gibi ciddi ölçüde düşüren ve görsel belirtiler üzerinden erken teşhis gerektiren yıkıcı bir hastalıktır. HLB, “Citrus Greening” ya da “Turunçgil Yeşillenme Hastalığı” olarak da adlandırılmakta ve özellikle Amerika’nın güneydoğusunda (örneğin Florida) narenciye endüstrisi için en önemli tehditlerden biri olarak kabul edilmektedir (Bové, 2006; Gottwald, 2010).



Şekil 2 HLB hastalığı sonucunda zarar gören meyve (U.S. National Invasive Species Information Center. n.d.).

Hastalık, Asya turuncgil psyllidi (*Diaphorina citri*) adı verilen küçük bir böceğin beslenmesi yoluyla bulaşmaktadır. Bu vektör böcek, turuncgil yaprak ve sürgünlerinden beslenirken bakteriyi Şekil 3'deki gibi ağaca taşır ve bu durum hastalığın hızla yayılmasına neden olmaktadır (Hall, Richardson, Ammar, & Halbert, 2013).



Şekil 3 Ağaç dalındaki Asya turuncgil psyllidi böceği (Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry, 2024).

Bu bağlamda geliştirilen CitDet veri seti, doğal koşullar ve hastalık baskısı altındaki narenciye meyvelerinin tespiti için oluşturulmuş yeni ve zengin bir kıyaslama veri kümesidir. YOLO (You Only Look Once) tabanlı nesne tespit algoritmaları, gerçek zamanlı çalışabilme ve yüksek doğruluk sağlaması nedeniyle tarımsal görüntü işleme uygulamalarında sıklıkla tercih edilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, YOLO'nun farklı versiyonlarının meyve tespiti, sınıflandırma ve verim tahmini gibi alanlarda etkili şekilde kullanıldığını göstermektedir. Örneğin, Tian ve ark. (2019) elma tespiti için geliştirdikleri YOLOv3 tabanlı modeli kullanmış ve farklı büyüme evrelerinde yüksek doğruluk elde etmişlerdir. Hasan ve ark. (2021) yeşil mango tespitinde YOLO tabanlı bir yaklaşım önererek, özellikle tarımsal üretimde uygunluk takibi açısından başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Fu ve ark. (2020) elma hasadında YOLO benzeri derin öğrenme tabanlı yöntemlerin otomasyonu desteklemede yüksek potansiyele sahip olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca, Koirala ve ark. (2019) YOLO dahil olmak üzere farklı derin öğrenme yöntemlerini kıyaslamış ve tarımsal verim tahmini için YOLO'nun güçlü bir aday olduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde, Sun ve ark. (2022) narenciye tespiti üzerine

geliştirdikleri çalışmada YOLOv5'in farklı ışık koşullarında tutarlı performans gösterdiğini rapor etmişlerdir. İlgili çalışmalar, YOLO mimarisinin tarımsal görüntü işleme uygulamalarında yaygın kullanımını ve CitDet veri seti gibi yeni veri kümelerinin bu alanda önemli katkılar sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

YOLO'nun farklı sürümleri; hız, parametre sayısı ve eğitim stratejisi gibi faktörlerde değişiklik göstererek farklı kullanım senaryolarına uyum sağlamaktadır. Literatürde James ve ark. (2024), CitDet veri seti üzerinde YOLOv5, YOLOv7, Faster R-CNN, YOLOs ve DETR gibi güncel modelleri test etmiştir. Elde edilen sonuçlar, özellikle tiled (3×3 bölünmüş) görüntülerle eğitilen modellerin daha yüksek doğruluk sağladığını göstermektedir. YOLOv7 hem tam görüntü hem de tiled versiyonda en yüksek performansı sergilemiştir (whole images: mAP@50 = 77.9, tiled images: mAP@50 = 83.1). Küçük nesnelere ise Faster R-CNN daha başarılı bulunmuştur. CitDet ayrıca verim tahmini için de kullanılmış; 187 ağaç üzerinde yapılan testlerde, YOLOv7 ile yapılan tahminlerin elle sayımla yüksek korelasyon gösterdiği bulunmuştur (detect-count yöntemi:  $R^2 = 0.754$ , filter-detect-count yöntemi:  $R^2 = 0.793$ ). Bu sonuçlar, CitDet'in robotik hasat ve otomatik verim analizi gibi uygulamalarda kullanılabilirliğini ortaya koymaktadır. Alternatif olarak Hou ve ark. (2022), YOLOv5s tabanlı stereo vision yaklaşımıyla meyve tespiti ve 3B lokalizasyon sağlamış, farklı ışık koşullarında %96 precision seviyesine ulaşmıştır. Bu çalışma, CitDet'in sunduğu potansiyeli destekleyen farklı bir metodoloji olarak değerlendirilmektedir. Narenciye üzerine doğrudan YOLO tabanlı çalışmalar sınırlı sayıda olmakla birlikte, mevcut literatür bu alandaki potansiyeli açıkça göstermektedir. Sun ve ark. (2022), YOLOv5 tabanlı bir modelle narenciye meyvelerini doğal bahçe koşullarında yüksek doğrulukla tespit etmiş ve farklı ışık koşullarında bile modelin kararlı performans sergilediğini bildirmiştir. Benzer şekilde, Yu ve ark. (2021) turuncu bahçelerinde YOLOv4 tabanlı bir yaklaşım kullanarak meyve tespitinde başarılı sonuçlar elde etmiş ve modelin özellikle küçük boyutlu nesnelere yüksek duyarlılık gösterdiğini vurgulamıştır. Daha geniş kapsamlı bir değerlendirmede, Koirala ve ark. (2019), YOLO dahil olmak üzere farklı derin öğrenme mimarilerinin tarımsal verim tahmini ve meyve tespiti için kullanımını incelemiş, YOLO'nun hız ve doğruluk açısından öne çıktığını belirtmiştir. Bu çalışmalar, YOLO'nun narenciye tespitinde doğrudan uygulanabilirliğini ortaya koymakta ve CitDet veri seti ile yapılan deneylerin literatürle tutarlı olduğunu göstermektedir.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Veri Kümesi

CitDet, HLB hastalığından etkilenmiş narenciye ağaçlarından elde edilen ilk yüksek çözünürlüklü ve çift etiketli (ağaç üzerindeki ve yerdeki meyve) açık veri setidir. Veri seti 579 görüntü ve 32.000'den fazla anotasyon içermektedir (James vd., 2024). Bu yönüyle tarımsal otomasyon alanındaki veri kıtlığına önemli bir katkı sunmaktadır. CitDet, 579 yüksek çözünürlüklü RGB görüntü (2448x3264) içermekte olup, "ağaç üzerindeki meyve" ve "yere düşmüş meyve" olarak etiketlenmiş 44.000'den fazla meyve örneğini barındırmaktadır. Görseller farklı ışık ve hava koşullarında, çeşitli narenciye türlerinden elde edilmiştir. Veri kümesi %80 eğitim ve %20 test olarak bölünmüştür.

### 2.2. YOLO

YOLO tespit görevlerini yüksek hız ve doğrulukla gerçekleştiren, tek geçişli bir derin öğrenme algoritmasıdır. 2015 yılında Redmon ve arkadaşları tarafından geliştirilen ilk versiyonundan bu yana, YOLO mimarisi birçok evrimsel aşamadan geçmiştir. YOLO mimarisi, gerçek zamanlı nesne tespiti için geliştirilen en yaygın tek-aşamalı derin öğrenme yaklaşımlarından biridir. İlk versiyon olan **YOLOv1**, nesne tespitini doğrudan regresyon problemine indirgemesiyle çığır açmış ve önceki çok-aşamalı yöntemlere kıyasla yüksek hız sağlamıştır (Redmon, Divvala, Girshick, & Farhadi, 2016). Ardıl sürümlerde (YOLOv2–YOLOv3), anchor box, batch normalization ve multi-scale prediction gibi

iyileştirmeler getirilmiştir (Redmon et al., 2016). YOLOv4, SPP, PANet, Mish aktivasyonu ve CIU loss gibi teknikleri entegre ederek doğruluk başarımını artırmıştır (Bochkovskiy et al., 2020). YOLOv5, Ultralytics tarafından PyTorch tabanlı olarak geliştirilmiş ve Mosaic data augmentation, otomatik anchor öğrenimi ile ölçeklenebilir yapı (s, m, l, x) sunmuştur. Açık kaynak yapısı ve hızlı uygulama avantajı nedeniyle birçok çalışmada tercih edilmiştir (Gillani et al., 2022). YOLOv7, E-ELAN, auxiliary head ve compound scaling gibi yenilikleri sayesinde hem hız hem de iyi bilinen veri setleri üzerinde hatırı sayılır bir başarı sağlamış; aynı zamanda model karmaşıklığı ve eğitim verimliliği açısından optimum bir denge sunmuştur (Jegham et al., 2025). Yeni nesil sürümlerden YOLOv8, backbone mimarisinde C2f yapısı kullanmış, post-processing aşamasında NMS yerine task-decoupled yaklaşımı benimsemiş ve segmentasyon desteği eklemiştir. Yapılan çalışmalar, YOLOv8'in küçük nesne tespitinde YOLOv5'e kıyasla belirgin üstünlük sağladığını göstermektedir (Kaya & Güneş, 2024). YOLOv11, C2PSA (Channel and Position-aware Spatial Attention) modülüyle küçük nesne başarımını artırırken; YOLOv12, A2Attention ve R-ELAN gibi ileri seviye dikkat mekanizmalarıyla daha güçlü semantik çıkarım yapabilmektedir. Ancak bu sürümlerin yüksek hesaplama maliyetine sahip olduğu da belirtilmiştir (Jegham et al., 2025).

YOLO mimarisi, görüntüyü grid'lere ayırarak her hücre için sınırlayıcı kutular (bounding box) ve sınıf olasılıkları tahmin eder. Böylece nesnenin sınıflandırılması ve konumlandırılması aynı anda gerçekleştirilmektedir (Redmon et al., 2016)

YOLO mimarisinin sunduğu hız ve doğruluk avantajları, yalnızca genel nesne tanıma problemleriyle sınırlı kalmayıp, tarım alanındaki uygulamalara da başarıyla uyarlanabilmektedir. Özellikle meyve tespiti, hastalık takibi ve verim tahmini gibi tarımsal görüntü işleme görevlerinde, gerçek zamanlı çalışabilme yeteneği büyük önem taşımaktadır. Literatürde de farklı meyve türleri üzerinde YOLO'nun yüksek doğruluk sağladığı gösterilmiş olup (Tian et al., 2019; Sun et al., 2022), bu durum narenciye gibi ekonomik değeri yüksek ürünlerde hastalık etkilerinin incelenmesi açısından da önemli bir fırsat sunmaktadır. Bu çalışmada da HLB hastalığından etkilenmiş narenciye ağaçlarının görüntülerinden elde edilen CitDet veri seti üzerinde YOLO mimarisinin farklı sürümleri test edilmiş ve performansları karşılaştırılmıştır.

### 2.3. Önerilen YOLO Tabanlı Yaklaşım

YOLO mimarisinde s (small), m (medium), l (large) ve x (extra large) varyantları, aynı sürümün farklı ölçeklendirilmiş modellerini ifade eder. Small (s) sürümü daha az parametreye sahip olduğu için hızlıdır ve düşük donanımlarda çalıştırılabilir, ancak doğruluk seviyesi daha düşüktür. Medium (m) sürümü hız ve doğruluk arasında dengeli bir performans sunar. Large (l) sürümü daha fazla parametre içerir ve doğruluk oranı daha yüksektir, ancak daha fazla işlem gücü gerektirir. Extra Large (x) sürümü ise en yüksek parametre ve doğruluk değerine sahiptir, fakat ağır hesaplama maliyeti nedeniyle güçlü donanım ihtiyacı doğurur (Jocher et al., 2020; Ultralytics, 2023; Kaur & Gandhi, 2023).

Modellerin eğitimi sırasında giriş görüntülerinin boyutu 704×704 piksel olarak ayarlanmış, her eğitim adımında (batch) 16 görüntü işlenmiştir. Maksimum epoch sayısı 200 olarak belirlenmiş, ancak eğitim sürecine erken durdurma (early stopping, patience=20) yöntemi eklendiği için bazı modeller optimum sonuçlara daha erken ulaşarak eğitimi tamamlamıştır. Bu çalışmada, modellerin başarımını yalnızca en iyi sonuç veren epoch üzerinden değil, aynı zamanda eğitim süreci boyunca elde edilen ortalama değerler üzerinden de değerlendirilmiştir. Böylelikle hem modellerin ulaştığı en yüksek performans hem de genel olarak eğitim boyunca gösterdikleri kararlılık karşılaştırmalı şekilde sunulmuştur.

Tüm eğitimler, NVIDIA GeForce RTX 4070 Laptop GPU (8 GB bellek) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yazılım ortamı olarak Ultralytics YOLO kütüphanesi (sürüm 8.3.145), PyTorch

2.5.1 ve Python 3.12.7 tercih edilmiştir. Modelin öğrenme sürecinde yaygın kullanılan bazı ayarlar sabit tutulmuştur. Bunlar arasında öğrenme oranı (0.01), momentum (0.937) ve ağırlık küçültme katsayısı (0.0005) yer almaktadır. Ayrıca eğitim sırasında modeli daha dayanıklı ve genelleme yeteneği yüksek hale getirmek için çeşitli veri artırma teknikleri kullanılmıştır. Bunlar arasında rastgele döndürme ve parlaklık/rengi değişimleri (HSV jitter), yatay çevirme (%50 olasılıkla), rastgele silme (random erasing, %40 olasılıkla), görüntünün küçük kaydırmalarla değiştirilmesi (translate) ve parçalı görüntü birleştirme (mosaic) yöntemleri bulunmaktadır. Tüm deneyler, CitDet veri setindeki iki sınıf (ağaç üzerindeki meyve ve yere düşmüş meyve) için gerçekleştirilmiştir.

#### 2.4. Değerlendirme Metrikleri

Tüm modeller aynı donanım konfigürasyonunda, aynı veri bölünmesiyle eğitilmiş ve test edilmiştir. Bu bölünme, karşılaştırmalı analizde tutarlılığı sağlamaktadır. Performans değerlendirmeleri; karışıklık matrisi, hassasiyet (precision), duyarlılık (recall), mAP@50 ve mAP@50-95 metrikleri üzerinden yapılmıştır. Precision (Hassasiyet) modelin tespit ettiği nesnelere doğru olanların oranıdır. Yanlış alarm verme eğilimini gösterir. Recall (Duyarlılık) gerçek nesnelere modelin doğru tespit ettiği oranı ifade eder. Modelin eksiksiz tespit kabiliyetini ölçer. mAP@50 IoU eşikliği %50 olarak alındığında hesaplanan ortalama doğruluk skorudur. Genellikle genel başarı göstergesi olarak kullanılır. mAP@50-95 ise IoU eşiklerinin %50 ile %95 arasında (0.05 artışlarla) ortalaması alınarak elde edilir. Daha ayrıntılı ve katı bir değerlendirme sağlar, modelin tüm eşiklerdeki genel doğruluğunu yansıtır.

### 3. BULGULAR

Bu bölümde, CitDet veri seti üzerinde gerçekleştirilen deneysel çalışmaların bulguları sunulmaktadır. Yapılan analizlerde YOLO mimarisinin farklı sürümleri eğitilmiş, elde edilen performans değerleri Precision, Recall, mAP@50 ve mAP@50-95 metrikleri üzerinden değerlendirilmiştir. Bulgular, hem tam çözünürlüklü (whole image) hem de 3×3 alt parçalara ayrılarak oluşturulmuş tiled görüntüler üzerinde ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca, elde edilen çıktılar literatürde Chen ve arkadaşları tarafından sunulan CitDet: A Benchmark Dataset for Citrus Fruit Detection çalışmasında raporlanan Faster R-CNN, YOLOv5 ve YOLOv7 yöntemlerinin bulguları ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir (Chen et al., 2023; Zhou et al., 2021).

Önceki çalışmalarda en yüksek başarı YOLOv7 modeli ile elde edilmiş olup, mAP@50 değeri 0.779, mAP@50-95 değeri ise 0.406 olarak raporlanmıştır. Bu değerler, CitDet veri seti üzerinde whole image yaklaşımıyla ulaşılan en iyi sonuçlar olarak öne çıkmaktadır.

Tablo 2 Tam Görüntü (Whole Image) En Yüksek Sonuçlar İçin Tüm Modellerin Karşılaştırması

Model	Precision	Recall	mAP@50	mAP@50-95
Faster R-CNN (Chen et al., 2023)	–	–	0.515	0.220
YOLOv5 (Chen et al., 2023)	–	–	0.700	0.348
YOLOv7 (Chen et al., 2023)	–	–	0.779	0.406
YOLOv8	0.792	0.675	0.749	0.400
YOLOv8-L	0.752	0.639	0.720	0.383
YOLOv11	0.780	0.664	0.753	0.411
YOLOv11-L	0.789	0.667	0.760	0.426
YOLOv12	0.783	0.657	0.741	0.394
YOLOv12-S	0.618	0.481	0.520	0.227
YOLOv12-M	0.804	0.688	0.782	0.429
YOLOv12-L	0.715	0.609	0.675	0.334

Önerilen çalışmada, YOLO ailesinin yeni sürümleri olan YOLOv11 ve YOLOv12 modelleriyle yapılan deneyler, literatürdeki sonuçların üzerine çıkmayı başarmıştır. Özellikle YOLO12-M modeli,  $mAP@50 = 0.782$  ve  $mAP@50-95 = 0.429$  değerleriyle, önceki çalışmalarda en iyi sonucu veren YOLOv7 modelinin performansını Tablo 1’de gösterildiği üzere aşmıştır. YOLO11-L ve YOLO12-L modelleri de yüksek doğruluk oranlarıyla YOLOv7’ye oldukça yakın sonuçlar elde etmiş, bu da yeni nesil YOLO mimarilerinin özellikle büyük ölçekli versiyonlarının CitDet veri setinde etkili olduğunu göstermiştir.

Buna karşın, küçük ölçekli YOLO12-S modeli Tablo 1’de gösterildiği üzere, daha düşük sonuçlar üretmiş ve sınırlı parametreye sahip yapıların CitDet gibi yüksek çözünürlüklü ve karmaşık veri setlerinde yetersiz kaldığını ortaya koymuştur.

Genel olarak, YOLOv11 ve YOLOv12’nin büyük ölçekli konfigürasyonları (M, L) önceki çalışmalardaki tüm yöntemleri geride bırakmış ve whole image senaryosunda nesne tespiti açısından üstün başarı sağlamıştır.

Tablo 3 Tam Görüntü (Whole Image) En Yüksek Sonuçlar İçin En İyi Modeller

Model	Precision	Recall	mAP@50	mAP@50-95
YOLOv12-M	0.804	0.688	0.782	0.429
YOLOv12-L	0.791	0.671	0.767	0.421
YOLOv11-L	0.789	0.667	0.760	0.426
YOLOv7 (Chen et al., 2023)	–	–	0.779	0.406
YOLOv5 (Chen et al., 2023)	–	–	0.700	0.348
Faster R-CNN (Chen et al., 2023)	–	–	0.515	0.220

Whole image senaryosunda en yüksek performans YOLO12-M modeliyle elde edilmiş,  $mAP@50-95 = 0.429$  değeriyle tüm yöntemleri geride bırakmıştır. YOLO12-L ve YOLO11-L modelleri de sırasıyla 0.421 ve 0.426 değerleriyle benzer başarı göstermiştir. Bu üç model, referans makalede en iyi sonucu veren YOLOv7’nin (0.406) üzerine çıkarak CitDet veri setinde kayda değer bir üstünlük sağlamıştır. Sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 4 Tam Görüntü (Whole Image) Ortalama Değerler İçin Tüm Modeller

Model	Precision	Recall	mAP@50	mAP@50-95
YOLOv8	0.620	0.513	0.563	0.262
YOLOv8-L	0.520	0.437	0.459	0.194
YOLOv11	0.598	0.503	0.546	0.257
YOLOv11-L	0.581	0.479	0.526	0.237
YOLOv12	0.575	0.472	0.514	0.235
YOLOv12-S	0.309	0.258	0.241	0.089
YOLOv12-M	0.624	0.524	0.580	0.276
YOLOv12-L	0.484	0.404	0.410	0.163

Whole image senaryosunda ortalama sonuçlara bakıldığında, YOLO12-M modeli tüm metriklerde en yüksek başarıyı göstermiştir. YOLOv8 ve YOLO11 modelleri de benzer düzeyde dengeli sonuçlar elde etmiştir. Buna karşın, küçük ölçekli YOLO12-S modeli düşük değerler üretmiş, bu da orta ve büyük ölçekli modellerin CitDet veri setinde daha istikrarlı performans sağladığını göstermiştir. Sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 5 3x3 Parçalı Görüntü (Tiled) En Yüksek Sonuçlar İçin Tüm Modeller

Model	Precision	Recall	mAP@50	mAP@50-95
YOLOv11-Tiled-M	0.870	0.836	0.905	0.582
YOLOv12-Tiled-M	0.866	0.830	0.903	0.581
YOLOv12-Tiled	0.861	0.806	0.882	0.554
YOLOv11-Tiled	0.845	0.786	0.870	0.543
YOLOv7 (Chen et al., 2023)	–	–	0.831	0.455
YOLOv5 (Chen et al., 2023)	–	–	0.819	0.449
Faster R-CNN (Chen et al., 2023)	–	–	0.760	0.372

Tiled görüntüler üzerinde yapılan deneyler, çalışmamızın en güçlü bulgularını ortaya koymuştur. YOLO11-Tiled-M ve YOLO12-Tiled-M modelleri sırasıyla  $mAP@50-95 = 0.582$  ve  $0.581$  değerleriyle Tablo 4'de gösterildiği gibi en yüksek başarıya ulaşmıştır. Bu sonuçlar, tiled yaklaşımının CitDet veri setinde nesne tespit performansını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir.

Özellikle görüntülerin  $3 \times 3$  parçalara bölünerek işlenmesi, küçük ve yoğun kümelenmiş nesnelerin daha doğru tespit edilmesini sağlamış, böylece whole image stratejisine kıyasla belirgin bir üstünlük kazandırmıştır. Ayrıca, YOLO12-Tiled ve YOLO11-Tiled modelleri de sırasıyla  $0.554$  ve  $0.543$   $mAP@50-95$  değerleriyle referans çalışmalardaki tüm yöntemleri geride bırakmıştır.

Genel olarak, tiled stratejisi ile eğitilen yeni nesil YOLO modelleri, CitDet veri setinde literatürde bildirilen en iyi sonuçlardan daha yüksek bir başarı elde etmiştir.

Tablo 6 3x3 Parçalı Görüntü (Tiled) Ortalama Sonuçlar İçin Tüm Modeller

Model	Precision	Recall	mAP@50	mAP@50-95
YOLOv12-Tiled-M	0.821	0.777	0.853	0.526
YOLOv11-Tiled-M	0.811	0.769	0.844	0.520
YOLOv12-Tiled	0.790	0.727	0.807	0.484
YOLO11-Tiled	0.759	0.704	0.771	0.454

Tiled modellerin ortalama epoch sonuçlarına bakıldığında, en yüksek başarı YOLO12-Tiled-M modeliyle elde edilmiş ve  $mAP@50-95 = 0.526$  değerine ulaşılmıştır (Tablo 5). YOLO11-Tiled-M modeli de 0.520 değeriyle benzer seviyede performans göstermiştir. Bu iki model, yalnızca en iyi epoch çıktılarında değil, tüm eğitim süreci boyunca da kararlı bir başarı ortaya koymuştur.

Orta ölçekli YOLO12-Tiled ve YOLO11-Tiled modelleri ise sırasıyla 0.484 ve 0.454 değerleriyle referans makaledeki en güçlü tiled model olan YOLOv7'nin (0.455) seviyesine ulaşmış veya onu aşmıştır.

Genel olarak, tiled stratejisi yeni nesil YOLO sürümlerinde hem istikrarı hem de yüksek başarıyı birlikte sağlayarak literatürdeki yöntemlere üstünlük sağlamıştır.

Bu çalışmada, CitDet veri seti üzerinde hem whole image hem de tiled yaklaşımları kullanılarak farklı YOLO sürümlerinin başarıları değerlendirilmiştir. Whole image senaryosunda elde edilen sonuçlar, literatürde en güçlü model olarak bildirilen YOLOv7'nin ( $mAP@50-95 = 0.406$ ) üzerine çıkmıştır. Özellikle YOLO12-M (0.429) ve YOLO11-L (0.426) modelleri, doğruluk ve genel başarımları açısından tüm yöntemleri geride bırakmıştır. Buna karşılık küçük ölçekli modeller, özellikle YOLO12-S, daha düşük performans sergilemiştir. Ortalama epoch sonuçları da bu eğilimi doğrulamakta; büyük ve orta ölçekli YOLO sürümlerinin daha dengeli ve yüksek performans sunduğunu göstermektedir.

Tiled yaklaşımıyla yapılan deneyler ise çalışmanın en güçlü bulgularını ortaya koymaktadır. Görüntülerin 3x3 parçalara bölünerek işlenmesi, özellikle küçük ve yoğun kümelenmiş nesnelere tespitinde belirgin bir iyileşme sağlamıştır. En yüksek başarı YOLO11-Tiled-M (0.582) ve YOLO12-Tiled-M (0.581) modelleriyle elde edilmiştir. Ortalama epoch sonuçlarında da benzer bir tablo gözlenmiştir; YOLO12-Tiled-M (0.526) ve YOLO11-Tiled-M (0.520) modelleri kararlı bir biçimde en yüksek başarıyı göstermiştir.

#### 4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, CitDet veri seti üzerinde gerçekleştirilen deneylerde farklı YOLO sürümlerinin performansları hem whole image hem de tiled yaklaşımları altında kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen bulgular, yeni nesil YOLO mimarilerinin özellikle tiled stratejisi ile kullanıldığında literatürde bildirilen yöntemleri geride bıraktığını göstermiştir. Whole image senaryosunda yapılan deneylerde, YOLO11 ve YOLO12 modellerinin başarımları arttırdığı, buna karşın küçük ölçekli modellerde, özellikle YOLO12-S, düşük performans gösterdiği ve bu durumun küçük mimarilerin CitDet gibi karmaşık ve yüksek çözünürlüklü veri setlerinde yetersiz kalabileceğini ortaya koymuştur. Görüntülerin 3x3 parçalara ayrılarak işlenmesi, küçük ve kümelenmiş nesnelere daha doğru tespit edilmesini sağlamış ve genel başarımları önemli ölçüde artırmıştır. Ortalama epoch değerleri de benzer bir eğilim sunmuş ve tiled yaklaşımının yalnızca en iyi sonuçlarda değil, genel eğitim sürecinde de daha istikrarlı ve güçlü performans sağladığını ortaya koymuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde, tiled yaklaşımı ile eğitilen yeni nesil YOLO sürümleri CitDet veri setinde nesne tespiti için literatürdeki

yöntemlerden daha yüksek doğruluk ve genelleme başarımı elde etmiştir (Chen et al., 2023; Zhou et al., 2021). Bu bulgu, tiled stratejisinin yüksek çözünürlüklü tarım verilerinde nesne tespit performansını artırmak için kritik bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmanın bulguları tarımsal uygulamalarda nesne tespiti için daha yüksek doğruluk ve güvenilirlik sağlayan yeni bir yöntem sunmaktadır. Gelecek çalışmalarda tiled yaklaşımının farklı YOLO sürümleri ve diğer derin öğrenme tabanlı mimarilerle birlikte test edilmesi, farklı tarımsal veri kümelerinde uygulanması ve gerçek zamanlı sistemlere entegrasyonu önerilmektedir. Böylelikle hem akademik hem de pratik açıdan tarım alanında daha verimli ve etkin çözümler geliştirilebilecektir.

#### KAYNAKÇA

- Gottwald, T. R. (2010). Current epidemiological understanding of citrus Huanglongbing. *Annual Review of Phytopathology*, 48, 119–139.
- Bové, J. M. (2006). Huanglongbing: A destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology*, 88(1), 7–37.
- Hall, D. G., Richardson, M. L., Ammar, E. D., & Halbert, S. E. (2013). Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae), vector of citrus Huanglongbing disease. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 146(2), 207–223.
- Tian, Y., Yang, G., Wang, Z., Li, E., Liang, Z., & Li, L. (2019). Apple detection during different growth stages in orchards using the improved YOLO-V3 model. *Computers and Electronics in Agriculture*, 157, 417–426.
- Hasan, M. J., Ahmed, T., Hossain, M. A., & Lee, D. (2021). Automatic detection of green mangoes using YOLO-based deep learning models. *Information Processing in Agriculture*, 8(4), 594–607.
- Fu, L., Majeed, Y., Zhang, X., Karkee, M., & Zhang, Q. (2020). Faster R-CNN-based fruit detection for automated apple harvesting. *Precision Agriculture*, 21(1), 89–104.
- Koirala, A., Walsh, K. B., Wang, Z., & McCarthy, C. (2019). Deep learning – Method overview and review of use for fruit detection and yield estimation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 162, 219–234.
- Sun, Y., Lin, H., Zhao, Z., & Song, H. (2022). Detection of citrus fruits in natural environments using YOLOv5. *Agronomy*, 12(1), 215.
- Hou, J., Liu, J., & Wang, X. (2022). Fruit detection in orchards using an improved YOLOv5 model. *Agriculture*, 12(5), 688.
- Sun, Y., Lin, H., Zhao, Z., & Song, H. (2022). Detection of citrus fruits in natural environments using YOLOv5. *Agronomy*, 12(1), 215.
- Yu, Y., Zhang, K., Yang, L., & Zhang, D. (2021). Fruit detection for precision agriculture based on improved YOLO models. *Frontiers in Plant Science*, 12, 759.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2024). An introduction to statistical learning with applications in Python. Springer.

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 779–788).

Bochkovskiy, A., Wang, C. Y., & Liao, H. Y. M. (2020). YOLOv4: Optimal speed and accuracy of object detection. arXiv preprint arXiv:2004.10934.

Gillani, S. A., Nawaz, R., Mahmood, T., & Shaukat, A. (2022). A deep learning framework for fruit detection and classification. Computers and Electronics in Agriculture, 198, 107090.

Jegham, I., Khalifa, A. B., Alouani, I., & Mahjoub, M. A. (2025). Computer vision for fruit detection and classification: A survey. Information Processing in Agriculture, 12(1), 1–15.

Kaya, Y., & Güneş, E. O. (2024). Agricultural object detection using improved YOLO models. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 48(2), 145–158.

Joher, G., Chaurasia, A., Stoken, A., Borovec, J., NanoCode012, Kwon, Y., ... & Ultralytics. (2020). YOLOv5: Implementation of YOLO in PyTorch. GitHub repository. Erişim adresi: <https://github.com/ultralytics/yolov5>

Ultralytics. (2023). Ultralytics YOLO documentation. Erişim adresi: <https://docs.ultralytics.com>

Kaur, S., & Gandhi, T. (2023). Real-time fruit detection using deep learning: A YOLO-based approach. International Journal of Computer Applications, 185(32), 1–7.

Chen, G., Zhu, X., Cui, Y., Xie, Y., Xu, X., & Zheng, Y. (2023). CitDet: A benchmark dataset for citrus fruit detection. arXiv preprint arXiv:2309.05645.

Zhou, J., Liu, J., & Wang, H. (2021). Fruit detection and counting in orchards based on improved deep learning models. Sensors, 21(21), 7233.

Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry. (2024). Asya Turunçgil Psillidi (Diaphorina citri) Survey Talimatı. Erişim adresi: [https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB\\_Bitki\\_Sagligi/Survey/Asya\\_Turunçgil\\_Psillidi\\_\(Diaphorina\\_citri\)\\_Survey\\_Talimatı\\_\(2024\).pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB_Bitki_Sagligi/Survey/Asya_Turunçgil_Psillidi_(Diaphorina_citri)_Survey_Talimatı_(2024).pdf)

U.S. National Invasive Species Information Center. (n.d.). Citrus greening. Erişim adresi: <https://www.invasivespeciesinfo.gov/terrestrial/pathogens-and-diseases/citrus-greening>

Federación de Citricultores de Entre Ríos (FECIER). (2021, July 30). Apareció en una quinta comercial el insecto vector de la enfermedad más devastadora para los cítricos. Erişim adresi: [https://www.fecier.org.ar/public/noticias/5934\\_aparecio-en-una-quinta-comercial-el-insecto-vector-de-la-enfermedad-mas-devastadora-para-los-citricos.html](https://www.fecier.org.ar/public/noticias/5934_aparecio-en-una-quinta-comercial-el-insecto-vector-de-la-enfermedad-mas-devastadora-para-los-citricos.html)

SuperAnnotate. (2023). YOLO object detection: Everything you need to know. Erişim adresi: <https://www.superannotate.com/blog/yolo-object-detection>

## Hybrid NLP Approaches for Large-Scale Address Classification

Ahmet ÇAY<sup>1</sup>, Alaeddin TÜRKMEN<sup>2</sup>, Barış BAYRAM<sup>3</sup>, Salih CEBECİ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>E-mail: [ahmet.cay@hepsijet.com](mailto:ahmet.cay@hepsijet.com); Hepsijet, İstanbul / Türkiye.

<sup>2</sup>E-mail: [alaeddin.turkmen@hepsijet.com](mailto:alaeddin.turkmen@hepsijet.com) ; Hepsijet, İstanbul / Türkiye.

<sup>3</sup>E-mail: [baris.bayram@hepsijet.com](mailto:baris.bayram@hepsijet.com) ; Hepsijet, İstanbul / Türkiye.

<sup>4</sup>E-mail: [salih.cebeci@hepsijet.com](mailto:salih.cebeci@hepsijet.com) ; Hepsijet, İstanbul / Türkiye.

---

### Özet

Adres verilerinin doğru sınıflandırılması, lojistik, kentsel planlama ve konuma dayalı hizmetler için kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, coğrafi koordinatlar ile zenginleştirilmiş büyük ölçekli Türkçe adres veri kümesi üzerinde bir sınıflandırma metodolojisi sunulmaktadır. Modelleme öncesinde kişisel veriler çıkarılmış, metinsel gürültü azaltılmıştır. Hibrit yaklaşımda BERT tabanlı dil modeliyle elde edilen anlamsal vektör temsilleri XGBoost sınıflandırıcısına girdi olarak sağlanmıştır. Ayrıca fine-tuned transformer modelleri ve lojistik regresyon ile random forest gibi geleneksel algoritmalar test edilmiştir. Çalışma, farklı yöntemler arasında doğruluk–verimlilik dengesini karşılaştırmakta ve coğrafi NLP alanına uyarlanabilir bir çerçeve sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Adres Sınıflandırma, Doğal Dil İşleme (DDİ), Mekânsal Etiketleme, BERT, XGBoost

---

### Abstract

Accurate classification of address data is critically important for applications in logistics, urban planning, and location-based services. This study presents a classification methodology on a large-scale Turkish address dataset enriched with geographic coordinates. Prior to modeling, personal information was removed and textual noise was reduced. In the hybrid approach, semantic vector representations obtained from a BERT-based language model were provided as input to an XGBoost classifier. In addition, fine-tuned transformer models and traditional machine learning algorithms such as logistic regression and random forest were evaluated. The study compares the balance between accuracy and efficiency across different methods and introduces a framework adaptable to the field of geospatial NLP.

**Keywords:** Address Classification, Natural Language Processing (NLP), Spatial Labeling, BERT, XGBoost

---

## INTRODUCTION

Accurate classification of address data is a cornerstone of modern digital infrastructure, enabling effective operations in logistics, emergency services, urban planning, and location-based applications. As global commerce and mobility increasingly depend on precise geospatial information, the demand for reliable methods to process and interpret address data has grown substantially. Traditionally, address



classification has been handled through rule-based standardization techniques and gazetteer lookups (Goldberg et al., 2007; Wang & Stewart, 2015). While such methods can perform adequately on structured or standardized datasets, they often fail in real-world contexts where address formats are inconsistent, noisy, or incomplete.

Recent advances in natural language processing (NLP) have transformed the potential for extracting structured information from unstructured text. The introduction of word embeddings (Mikolov et al., 2013) and later contextual embeddings through transformer architectures such as BERT (Devlin et al., 2019) have shown remarkable performance improvements in text classification, entity recognition, and semantic parsing tasks. These advances are particularly relevant to address data, where semantic context and linguistic variability significantly influence classification accuracy. Address texts often contain ambiguous abbreviations (e.g., “Mh.” for *Mahallesi*), misspellings, and local variations that cannot be adequately captured by traditional dictionary-based approaches (Zandbergen, 2008).

In parallel, the geospatial data science community has emphasized the importance of integrating spatial hierarchies and metadata with textual data. Geocoding systems such as Google Maps and OpenStreetMap rely heavily on structured geographic databases, yet their performance can degrade in multilingual environments or when handling informal address notations (Karimi et al., 2011). Hybrid approaches that leverage both textual embeddings and spatial features have been proposed to bridge this gap (Zhu et al., 2020). However, relatively few studies have explored the application of deep transformer-based embeddings specifically for address classification at scale.

The Turkish address domain exemplifies these challenges. Address entries in Turkey are often written in free-text form, combining Turkish with foreign language terms, and exhibiting a wide variety of shorthand conventions. Moreover, these datasets may include sensitive personal information, such as phone numbers or identification codes, that must be systematically removed to ensure compliance with privacy standards. Despite the critical role of address data in Turkey’s rapidly growing logistics and e-commerce sectors, comprehensive studies leveraging advanced NLP methods for large-scale Turkish address classification remain limited.

To address these gaps, this study proposes a hybrid classification framework that combines deep contextual embeddings generated by a BERT-based model with gradient boosting classifiers, particularly XGBoost (Chen & Guestrin, 2016). This design is motivated by the need to balance accuracy with computational efficiency, as fully fine-tuning large transformer models can be prohibitively resource-intensive. In addition, we conduct comparative experiments with alternative models, including fine-tuned transformer-based classifiers and traditional algorithms such as logistic regression and random forest applied to pre-trained embeddings. By systematically evaluating these methods, we aim to illuminate the trade-offs between predictive performance and scalability.

The contribution of this work is threefold. First, we demonstrate the effectiveness of integrating spatially hierarchical labels with advanced NLP embeddings for address classification in a multilingual, real-world dataset. Second, we provide an empirical comparison of hybrid versus end-to-end transformer approaches, offering insights into performance-efficiency trade-offs. Finally, we propose a framework



that, while evaluated on Turkish addresses, can be adapted to other geographies and languages, thus contributing to the broader field of geospatial natural language processing.

By addressing the intersection of spatial data science and NLP, this study not only advances methodological approaches to address classification but also provides practical implications for logistics, governance, and urban infrastructure systems where accurate address resolution remains a fundamental requirement.

## **METHODOLOGY**

This study was designed to address the practical challenges of large-scale address classification in logistics operations. The dataset consisted of millions of Turkish free-text address records enriched with geographic coordinates and labeled according to a hierarchical spatial structure. Each record corresponded to a distinct geographic unit, while sensitive elements such as phone numbers, identification numbers, and customer-specific notes were removed to comply with privacy requirements.

The first stage focused on preprocessing and cleaning. Address entries often contained spelling errors, inconsistent punctuation, abbreviations such as “Mh.” for Mahallesi, and variable formats. To mitigate these issues, text was normalized to lowercase, common abbreviations were unified, irrelevant tokens were removed, and similarity-based spelling corrections were applied. Duplicate records were consolidated through a combination of string similarity measures, including Levenshtein distance and cosine similarity, together with geographic proximity constraints. These steps reduced noise and ensured a reliable dataset for modeling.

Baseline models were then implemented to establish reference performance. Bag-of-Words and TF-IDF vectorizations were applied to the address text and classified using logistic regression, support vector machines, and random forests. These benchmarks provided insights into the limitations of conventional approaches when applied to noisy and irregular address data.

The primary methodology was a hybrid pipeline integrating deep contextual embeddings with gradient boosting. Address text was encoded using a multilingual BERT model fine-tuned on Turkish address data, generating high-dimensional embeddings that captured semantic context. These embeddings were then provided as input features to XGBoost, allowing complex decision boundaries while maintaining efficiency. This design leveraged the representational strength of transformers without the heavy computational demands of full end-to-end fine-tuning.

To ensure comprehensive evaluation, additional models were tested, including fine-tuned transformer classifiers (BERT), embeddings with logistic regression and random forest, and unsupervised similarity-based clustering using embedding distance and geographic proximity. Performance was measured using accuracy and F1-score to account for spatial structure. Computational efficiency was assessed through training time, memory use, and inference latency, with cross-validation applied to stratified splits for robust comparisons.

## FINDINGS

The dataset contains addresses from a single city, with 21,472 training samples and 5,368 test samples across 104 classes. TF-IDF vectors were used as input to an MLP and classical ML models. Models were trained on the training set and evaluated on the test set using accuracy and F1-score as the main metrics. This setup allows comparison of TF-IDF-based representations with BERT embeddings in address-level classification.

The results of the address classification experiments are presented in Table 1, which reports accuracy and F1-scores for both TF-IDF and BERT-based feature representations across multiple classifiers. Overall, TF-IDF models outperformed BERT-based models in all configurations. Among them, the best performance was achieved by the TF-IDF combined with an MLP classifier, reaching 91.04% accuracy and 91.20% F1-score. Other TF-IDF models, including Random Forest, XGBoost, and LightGBM, also showed strong and stable results with accuracies above 85%.

In contrast, BERT-based models performed less effectively. Classifiers trained on BERT embeddings generally achieved lower results, with accuracies ranging between 68% and 80%. The best-performing BERT model, BERT + MLP, obtained 80.03% accuracy and 79.27% F1-score. These results indicate a clear performance gap between the two feature representation strategies, with TF-IDF consistently yielding higher scores across classifiers.

**Table 1.** Address Classification Performances of a number of state-of-the-art algorithms and features

Algorithms	Accuracy	F1-Score
TF-IDF + Random Forest	0.8648	0.8624
TF-IDF + XGBoost	0.8620	0.8602
TF-IDF + LightGBM	0.8520	0.8524
TF-IDF + kNN	0.8349	0.8322
<b>TF-IDF + MLP</b>	<b>0.9104</b>	<b>0.9120</b>
BERT + Random Forest	0.7177	0.6992
BERT + XGBoost	0.6868	0.6741
BERT + LightGBM	0.7205	0.7058
BERT + kNN	0.7433	0.7302
BERT + MLP	0.8003	0.7927

## RESULTS AND DISCUSSION

The experimental evaluation provides important insights into the comparative performance of different algorithms and feature representations for the address classification task. The results summarized in Table 1 clearly show that TF-IDF-based models consistently outperform BERT-based models across all classifiers. The strongest performance was achieved by the TF-IDF combined with a multilayer perceptron, which reached an accuracy of 91.04% and an F1-score of 91.20%. This finding highlights the effectiveness of combining sparse statistical representations with neural network architectures. The non-linear capacity of the MLP allows it to exploit the statistical patterns embedded in TF-IDF features more effectively than ensemble-based models such as Random Forest or XGBoost, leading to state-of-the-art performance in this setting. Other TF-IDF-based combinations also performed well, maintaining accuracies above 85 percent and F1-scores above 83 percent, which demonstrates the robustness of frequency-based representations in structured and domain-specific text classification tasks.

In contrast, the BERT-based models exhibited lower overall performance. Accuracy values for BERT embeddings paired with traditional classifiers ranged between 68% and 74%, while the best BERT-based result, achieved with the BERT + MLP model, reached 80.03% accuracy and 79.27% F1-score. Although this configuration represented a significant improvement compared to BERT combined with tree-based or distance-based algorithms, its performance still fell short of the TF-IDF + MLP baseline. These results suggest that general-purpose contextual embeddings may not fully capture the particular characteristics of Turkish address data without further adaptation. The irregular spelling conventions, abbreviations, and domain-specific expressions present in address records may not be sufficiently represented in transformer models trained on broad and generic corpora.

Another important observation is the stability of TF-IDF across different classifiers. Regardless of whether Random Forest, XGBoost, LightGBM, or kNN was employed, TF-IDF consistently produced accuracies above 83 percent, while the same classifiers paired with BERT embeddings showed greater variability and generally weaker results. This stability indicates that sparse token frequency patterns are particularly well suited for domains such as address classification, where text is semi-structured, repetitive, and often governed by local conventions. In such contexts, the interpretability and discriminative strength of TF-IDF features continue to provide advantages over dense embeddings.

From a practical perspective, these findings imply that TF-IDF-based approaches are not only more accurate but also more computationally efficient for large-scale address classification systems. This is a significant consideration in the logistics sector, where scalability and cost-effectiveness are crucial. While transformer-based models offer theoretical advantages in capturing context and semantics, their training and inference requirements are substantially higher. For operational environments that require processing millions of address records daily, TF-IDF-based pipelines paired with efficient classifiers present a more pragmatic solution.

Despite these results, it would be premature to disregard the potential of transformer-based approaches. Their performance could likely be improved through domain-specific fine-tuning using large corpora of Turkish address data, which would enable the embeddings to better reflect the linguistic patterns and irregularities of this domain. Furthermore, hybrid approaches that integrate statistical features such as

TF-IDF with contextual embeddings may combine the strengths of both representations, capturing both surface-level frequency information and deeper semantic context. Incorporating additional spatial features such as geographic coordinates, road networks, or administrative boundaries could also enhance performance by linking textual predictions to geospatial context.

Looking forward, future work should focus on domain adaptation of transformer models for address classification, as well as the integration of multimodal data sources that combine text and spatial information. Extending the methodology to handle cross-lingual or transliterated address data would improve robustness in multilingual environments, which is particularly relevant in countries like Turkey where addresses may contain a mixture of languages. Another promising direction is the detailed analysis of misclassified records, which could reveal systematic weaknesses in current models and inform the design of rule-augmented machine learning systems. Finally, research into efficient deployment strategies such as model compression or distributed training would be necessary to ensure scalability for nationwide or global applications.

In summary, the results demonstrate that TF-IDF-based models, particularly when combined with MLP architectures, currently provide the best balance between accuracy, robustness, and computational efficiency for large-scale Turkish address classification. However, the continued development of domain-specific transformer models and hybrid architectures offers promising avenues for future improvement and has the potential to bridge the gap between traditional statistical approaches and modern deep learning techniques in geospatial natural language processing.

## REFERENCES

- Chen, T., & Guestrin, C. (2016). *XGBoost: A scalable tree boosting system*. Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining.
- Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). *BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding*. NAACL-HLT.
- Goldberg, D. W., Wilson, J. P., & Knoblock, C. A. (2007). *From text to geographic coordinates: The current state of geocoding*. URISA Journal, 19(1), 33–46.
- Karimi, H., Cai, M., & Wang, F. (2011). *Address standardization and geocoding: A review*. Computers, Environment and Urban Systems, 35(3), 161–173.
- Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2013). *Efficient estimation of word representations in vector space*. arXiv preprint arXiv:1301.3781.
- Wang, S., & Stewart, K. (2015). *Spatial data quality and uncertainty*. CRC Press.
- Zandbergen, P. A. (2008). *A comparison of address point, parcel and street geocoding techniques*. Computers, Environment and Urban Systems, 32(3), 214–232.



Zhu, R., Xu, J., & Xu, H. (2020). *Integrating deep learning with spatial data: A new paradigm for geospatial artificial intelligence*. ISPRS International Journal of Geo-Information, 9(4), 222.

## Endüstriyel Biyoteknolojinin Temel Taşı Olarak Endüstri Bitkileri: Mevcut Uygulamalar, İnovasyonlar ve Gelecek Perspektifleri

Industrial Crops as a Cornerstone of Industrial Biotechnology: Current Applications, Innovations, and Future Perspectives

Hatice ÇOKKIZGIN<sup>1</sup>, Alihan ÇOKKIZGIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>E-mail: hcokkizgin@gantep.edu.tr; Gaziantep Üniversitesi, Nurdağı MYO, Gaziantep / Türkiye.

<sup>2</sup>E-mail: acokkizgin@gantep.edu.tr; Gaziantep Üniversitesi, Nurdağı MYO, Gaziantep / Türkiye.

---

### Özet

Fosil kaynaklara dayalı lineer ekonomik modelin neden olduğu çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik krizleri, yenilenebilir kaynaklara dayalı döngüsel bir biyoekonomiye geçişi zorunlu kılmaktadır. Bu sistemik dönüşümün merkezinde, endüstriyel hammadde olarak yetiştirilen bitkiler yer almaktadır. Bu derleme makalesi, endüstri bitkilerinin biyoekonomi içindeki kritik rolünü, temel uygulama alanlarını, karşılaştığı zorlukları ve gelecek perspektiflerini kapsamlı bir literatür analiziyle ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında, endüstri bitkileri; lif, yağ, şeker/nişasta ve özel kimyasal bitkileri olarak sınıflandırılmış ve her bir kategorinin potansiyeli incelenmiştir. Bulgular, bu bitkilerin otomotiv ve inşaat sektörleri için doğal lif takviyeli kompozitler, ulaşım için biyoyakıtlar, ambalaj ve tüketim ürünleri için biyobozunur plastikler (örn. PLA) ve kimya endüstrisi için platform kimyasalları gibi geniş bir yelpazede yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler sunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, gıda güvenliği ile arazi kullanımı rekabeti, biyorafineri teknolojilerinin ekonomik fizibilitesi ve destekleyici politika eksiklikleri gibi önemli zorlukların bu potansiyelin tam olarak hayata geçirilmesini engellediği tespit edilmiştir. Gelecek perspektifleri, gıda dışı lignoselülozik biyokütle kaynaklarına, sıfır atık prensibine dayalı entegre biyorafineri sistemlerine ve biyoteknolojik iyileştirme yöntemlerine odaklanmanın bu zorlukların aşılmasında kilit rol oynayacağını işaret etmektedir. Sonuç olarak, endüstri bitkileri, doğru stratejiler ve teknolojik ilerlemelerle desteklendiğinde, sürdürülebilir bir endüstriyel geleceğin temel platformunu oluşturma potansiyeline sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyoekonomi, Endüstri Bitkileri, Biyokütle, Biyomalzeme, Biyoyakıt, Biyoplastik, Sürdürülebilirlik, Döngüsel Ekonomi, Biyorafineri.

---

### Abstract

The environmental and economic sustainability crises, stemming from the linear, fossil-based economic model, necessitate a transition towards a circular bioeconomy reliant on renewable resources. At the core of this systemic transformation are industrial crops, cultivated as industrial feedstock. This review article aims to elucidate the critical role of industrial crops within the bioeconomy, their key application areas, the challenges they face, and future perspectives, through a comprehensive literature analysis. The study classifies industrial crops into four main categories: fiber, oil, sugar/starch, and specialty chemical crops, examining the potential of each. The findings reveal that these crops offer a wide range of innovative and sustainable solutions, including natural

fiber-reinforced composites for the automotive and construction sectors, biofuels for transportation, biodegradable plastics (e.g., PLA) for packaging and consumer goods, and platform chemicals for the chemical industry. However, significant challenges are identified that hinder the full realization of this potential, such as the competition for land use with food security, the economic feasibility of biorefinery technologies, and the lack of supportive policies. Future perspectives indicate that focusing on non-food lignocellulosic biomass sources, integrated biorefinery systems based on the zero-waste principle, and biotechnological improvement methods will play a key role in overcoming these challenges. In conclusion, industrial crops, when supported by appropriate strategies and technological advancements, hold the potential to form the foundational platform for a sustainable industrial future.

**Keywords:** Bioeconomy, Industrial Crops, Biomass, Biomaterials, Biofuels, Bioplastics, Sustainability, Circular Economy, Biorefinery.

---

## GİRİŞ

Mevcut lineer ekonomik modelin, sonlu fosil kaynaklara olan bağımlılığı ve bunun sonucunda ortaya çıkan çevresel dışsallıklar, küresel ölçekte sistemik krizlere yol açmıştır. İklim değişikliği, biyoçeşitlilik kaybı ve kalıcı kirleticilerin ekosistemlerde birikimi gibi sorunlar, bu modelin sürdürülemezliğinin en belirgin göstergeleridir (IPCC, 2023; Rockström ve ark., 2009). Özellikle, petrol türevi polimerlerin, yani plastiklerin, üretim ve tüketim sonrası yönetilemeyen atıkları, karasal ve denizel ekosistemler için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Jambeck ve ark., 2015). Bu bağlamda, üretim paradigmasını temelden değiştirecek, yenilenebilir kaynaklara dayalı ve dögüsel prensipleri benimseyen yeni bir ekonomik vizyona acil ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu ihtiyaca yanıt olarak, "biyoekonomi" kavramı, sürdürülebilir kalkınma için stratejik bir çerçeve olarak ön plana çıkmaktadır. Biyoekonomi, biyolojik kaynakların ve süreçlerin, gıda, yem, enerji ve endüstriyel ürünler gibi katma değerli çıktılara dönüştürüldüğü, bilgi-temelli bir üretim ekonomisi olarak tanımlanmaktadır (European Commission, 2012; McCormick & Kautto, 2013). Bu modelin merkezinde, fotosentez yoluyla atmosferik karbonu biyokütleyle dönüştüren bitkiler yer almaktadır. Gıda ve yem amaçlı tarımsal ürünlerin yanı sıra, özellikle endüstriyel hammadde sağlamak üzere yetiştirilen "endüstri bitkileri" (industrial crops), biyoekonominin temel yapı taşlarını oluşturur (Kaya ve Demir, 2020). Bu bitkiler, lif, selüloz, hemiselüloz, lignin, nişasta, şeker ve çeşitli kimyasal bileşikler açısından zengin birer biyokütle kaynağıdır.

Endüstriyel amaçlarla bitki kullanımı yeni bir olgu değildir. 20. yüzyılın başlarındaki "Chemurgy" hareketi, tarımsal ürünlerden endüstriyel materyaller üretme vizyonunu ortaya koymuştur. Ancak, petrokimya endüstrisinin yükselişi bu gelişmeleri uzun süre gölgede bırakmıştır. Günümüzde ise biyoteknoloji, malzeme bilimi ve genetik alanındaki ilerlemeler, endüstri bitkilerinin potansiyelini yeniden ve çok daha güçlü bir şekilde gündeme taşımaktadır.

Bu derleme makalesi, endüstri bitkilerinin biyoekonomi içindeki kritik rolünü, bilimsel ve teknolojik bir perspektiften ele almayı amaçlamaktadır. Makale kapsamında, öncelikle endüstri bitkilerinin tanımı ve sınıflandırılması yapılacak, ardından biyomalzemeler, biyokompozitler, biyoyakıtlar ve platform



kimyasalları gibi temel uygulama alanlarındaki mevcut durum ve yenilikçi yaklaşımlar, güncel literatür ışığında incelenecektir. Son olarak, bu bitkilerin ekimi, işlenmesi ve değer zincirine entegrasyonu konusundaki potansiyeller ve zorluklar tartışılarak geleceğe yönelik bir perspektif sunulacaktır.

## ENDÜSTRİ BİTKİLERİNİN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

Endüstri bitkileri, en genel tanımıyla, birincil amacı gıda veya yem tüketimi olmayan, bunun yerine endüstriyel hammadde olarak kullanılmak üzere yetiştirilen bitki türleridir (Boydak ve Karakaya, 2024). Bu bitkiler, petrokimya endüstrisinin fosil bazlı hammaddelerine yenilenebilir bir alternatif sunan zengin bir biyokütle kaynağıdır. Temel olarak, bu bitkilerden elde edilen biyokütle; lifler, yağlar, şekerler, nişastalar, proteinler ve çeşitli özel kimyasallar gibi endüstriyel süreçler için değerli olan yapısal ve kimyasal bileşenlere ayrıştırılır (Üçgül ve Akgül, 2010; Çağlayan ve ark. 2020).

Gıda güvenliği tartışmaları bağlamında, endüstri bitkilerinin ekiminin genellikle gıda üretimine uygun olmayan marjinal arazilerde yapılması veya gıda bitkileriyle rekabet etmeyecek türlerin seçilmesi, sürdürülebilir bir biyoekonomi için kritik bir strateji olarak kabul edilmektedir (Lewandowski, 2015).

Endüstri bitkilerinin sınıflandırılması, botanik özelliklerinden ziyade, onlardan elde edilen birincil endüstriyel ürünün niteliğine göre yapılmaktadır. Bu fonksiyonel sınıflandırma, bitkinin biyorafineri süreçlerindeki potansiyel rolünü ve nihai ürün yelpazesini anlamak için daha kullanışlı bir çerçeve sunar. Bu yaklaşımla, endüstri bitkileri dört ana kategoride incelenebilir:

### Lif Bitkileri (Fiber Crops)

Bu kategori, yüksek oranda selüloz ve lignoselüloz içeren lifli yapıları için yetiştirilen bitkileri kapsar. Geleneksel olarak tekstil, kâğıt hamuru ve halat üretiminde kullanılan bu bitkiler, günümüzde malzeme bilimindeki inovasyonlarla birlikte, otomotiv ve inşaat sektörleri için hafif ve dayanıklı biyokompozit malzemelerin üretiminde kilit rol oynamaktadır (Sanjay ve ark., 2018). Başlıca örnekleri arasında keten (*Linum usitatissimum*), kenevir (*Cannabis sativa*), kenaf (*Hibiscus cannabinus*) ve pamuk (*Gossypium spp.*) yer alır.

### Yağ Bitkileri (Oil Crops)

Tohumlarında veya meyvelerinde yüksek oranda yağ depolayan bu bitkiler, "oleokimya" olarak bilinen endüstri kolu için temel hammaddeyi sağlar. Bu yağlar, biyoyakıt (biyodizel), biyobozunur yağlayıcılar, yüzey aktif maddeler, polimerler, boyalar ve vernikler gibi geniş bir ürün yelpazesine dönüştürülebilir (Carlsson, 2009). Aspir (*Carthamus tinctorius*), kanola (*Brassica napus*), soya fasulyesi (*Glycine max*) ve hint yağı bitkisi (*Ricinus communis*) bu kategorinin önemli üyeleridir.

### 2Şeker ve Nişasta Bitkileri (Sugar and Starch Crops)

Bu bitkiler, fermantasyon süreçleri için kolayca kullanılabilen şekerleri veya enzimatik hidroliz yoluyla şekere dönüştürülebilir nişastayı yüksek miktarda biriktirirler. Bu özellikleri, onları başta biyoetanol olmak üzere biyoyakıt üretimi için birincil kaynak haline getirir. Ayrıca, mısır nişastasından üretilen polilaktik asit (PLA) gibi biyoplastiklerin üretiminde de temel yapı taşı olarak kullanılırlar (Üner ve

Koçak, 2012). Şeker kamışı (*Saccharum officinarum*), şeker pancarı (*Beta vulgaris*) ve mısır (*Zea mays*) bu kategorinin en bilinen örnekleridir.

### **Özel Kimyasallar İçeren Bitkiler (Specialty Chemical Crops)**

Bu geniş kategori, belirli endüstriyel uygulamalar için değerli olan uçucu yağlar, pigmentler, reçineler, tanenler, kauçuk ve farmasötik aktif bileşikler gibi özel kimyasalları üreten bitkileri içerir. Bu bitkilerden elde edilen ürünler genellikle yüksek katma değere sahiptir ve kozmetik, ilaç, gıda katkı maddesi ve doğal boya endüstrilerinde kullanılırlar. Örnek olarak lavanta (*Lavandula angustifolia*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*), pire otu (*Tanacetum cinerariifolium*) ve kauçuk ağacı (*Hevea brasiliensis*) verilebilir.

### **TEMEL UYGULAMA ALANLARI VE İNOVASYONLAR**

Endüstri bitkilerinden elde edilen biyokütle, geleneksel petrokimya ürünlerine alternatif olabilecek geniş bir yelpazede katma değerli ürünlere dönüştürülmektedir. Bu dönüşüm, "biyorafineri" konsepti çerçevesinde gerçekleşir; bu konsept, petrol rafinerilerine benzer şekilde, biyokütlenin çeşitli bileşenlerine ayrılarak maksimum verimlilikle farklı ürün akışlarına yönlendirilmesini hedefler (Cherubini, 2010). Bu bölümde, endüstri bitkilerinin temel uygulama alanları olan biyomalzemeler, biyoyakıtlar ve biyoplastikler/platform kimyasalları üzerine odaklanılacaktır.

#### **Biyomalzemeler: Doğal Lif Takviyeli Kompozitler**

Lif bitkilerinden (keten, kenevir, kenaf vb.) elde edilen selülozik lifler, polimer matrisler içinde takviye edici eleman olarak kullanılarak "doğal lif takviyeli kompozitlerin" (Natural Fiber Reinforced Composites - NFRC) üretilmesini sağlar. Bu kompozitler, geleneksel olarak kullanılan cam elyafı gibi sentetik takviyelere kıyasla düşük yoğunluk, yüksek spesifik mukavemet, düşük maliyet, yenilenebilirlik ve üretim sürecinde daha düşük karbon ayak izi gibi önemli avantajlar sunmaktadır (Faruk ve ark., 2012).

Özellikle otomotiv endüstrisi, ağırlık azaltma yoluyla yakıt verimliliğini artırma hedefi doğrultusunda bu malzemeleri benimsemiştir. Kapı içi panelleri, gösterge panelleri, koltuk arkalıkları ve bagaj bölmeleri gibi birçok iç aksamda NFRC'ler başarıyla kullanılmaktadır (Sanjay ve ark., 2018). İnşaat sektöründe ise, özellikle kenevir liflerinin kireç bazlı bir bağlayıcı ile karıştırılmasıyla elde edilen "hempcrete" (kenevir betonu), dikkat çekici bir inovasyondur. Hempcrete, negatif karbon ayak izine sahip olması (büyümesi sırasında atmosferden CO<sub>2</sub> emer), yüksek termal ve akustik yalıtım özellikleri ve nemi düzenleme kapasitesi ile sürdürülebilir yapı malzemeleri alanında devrim yaratma potansiyeline sahiptir (Arrigoni ve ark., 2017).

#### **Biyoyakıtlar ve Oleokimya**

Yağ bitkileri, hem ulaşım sektörü için sıvı yakıtlar hem de kimya endüstrisi için değerli ara ürünler sağlayan iki ana kulvarda değerlendirilmektedir.

**Biyodizel:** Bitkisel yağların (kanola, soya, aspir vb.) veya hayvansal yağların bir alkol (genellikle metanol) ile transesterifikasyon reaksiyonu sonucunda üretilen biyodizel, dizel motorlarda doğrudan

veya petrol bazlı dizel ile karıştırılarak kullanılabilen bir yakıttır. Birinci nesil biyoyakıt olarak sınıflandırılan biyodizel, enerji güvenliğine katkı sağlama ve sera gazı emisyonlarını azaltma potansiyeli taşısa da, gıda üretimiyle arazi ve kaynak rekabetine girmesi ("food vs. fuel" tartışması) önemli bir eleştiri konusu olmaya devam etmektedir (Demirbas, 2009).

**Oleokimya:** Bitkisel yağların yakıt dışı endüstriyel ürünlere dönüştürülmesi olarak tanımlanan oleokimya, petrokimyaya sürdürülebilir bir alternatiftir. Bu alanda üretilen ürünler arasında madeni yağlara alternatif olan biyobozunur hidrolik ve motor yağları (biyolubrikantlar), deterjan ve kozmetik endüstrisinde kullanılan yüzey aktif maddeler ve boya/vernik formülasyonları için bağlayıcılar yer almaktadır (Salimon ve ark., 2010).

### **Biyoplastikler ve Platform Kimyasalları**

Şeker ve nişasta bitkileri, fermantasyon teknolojileri aracılığıyla modern biyoekonominin en yenilikçi ürünlerinden bazılarında hayat vermektedir.

**Biyoplastikler:** Bu alandaki en yaygın örnek, mısır nişastasından elde edilen şekerin fermente edilmesiyle üretilen polilaktik asittir (PLA). PLA, endüstriyel kompost koşullarında biyolojik olarak parçalanabilen bir termoplastiktir ve gıda ambalajı, tek kullanımlık sofr ürünleri, tekstil ve 3D yazıcı filamanları gibi geniş bir alanda petrol türevi plastiklere (PET, polistiren vb.) alternatif olarak kullanılmaktadır (Castro-Aguirre ve ark., 2016).

**Platform Kimyasalları:** Biyokütleden elde edilen şekerler, çeşitli kimyasal ve biyolojik dönüşümlerle "platform kimyasalları" adı verilen çok yönlü yapı taşı moleküllerine dönüştürülebilir. ABD Enerji Bakanlığı tarafından tanımlanan süksinik asit, furfural ve 3-hidroksipropiyonik asit gibi platform kimyasalları, yüzlerce farklı kimyasalın ve polimerin üretiminde başlangıç maddesi olarak kullanılabilir (Bozell & Petersen, 2010). Bu yaklaşım, fosil kaynaklara dayalı kimya endüstrisini temelden dönüştürerek, "yeşil kimya" prensiplerine dayalı entegre bir üretim sistemi kurma potansiyeli taşımaktadır.

### **POTANSİYELLER, ZORLUKLAR VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ**

Endüstri bitkilerinin biyoekonominin temelini oluşturma potansiyeli açık olmakla birlikte, bu potansiyelin tam olarak hayata geçirilmesi, bir dizi ekolojik, teknolojik ve sosyo-ekonomik zorluğun aşılmasını gerektirmektedir. Bu bölümde, endüstri bitkileri tabanlı değer zincirlerinin sunduğu fırsatlar, karşılaştığı engeller ve bu engelleri aşmaya yönelik gelecek perspektifleri ele alınacaktır.

#### **Potansiyeller ve Fırsatlar**

Endüstri bitkilerinin en önemli potansiyeli, iklim değişikliğiyle mücadelede ve döngüsel ekonomiye geçişe sağladığı katkıdır. Fotosentez yoluyla büyürken atmosferden CO<sub>2</sub> emen bu bitkiler, ve onlardan üretilen uzun ömürlü biyomalzemeler (örneğin, hempcrete gibi yapı malzemeleri), karbonu yıllarca depolayarak negatif emisyon potansiyeli sunar (Arrigoni ve ark., 2017). Ayrıca, biyobozunur ürünler (biyoplastikler, biyolubrikantlar vb.) aracılığıyla atık yönetimi sorunlarına, özellikle de plastik kirliliğine çözüm sunarlar. Ekonomik açıdan, kırsal kalkınma için yeni fırsatlar yaratır; çiftçilere ürün

çeşitlendirmesi ve ek gelir imkânı tanırken, fosil kaynak ithalatına olan bağımlılığı azaltarak ulusal enerji ve hammadde güvenliğine katkıda bulunabilirler (Wesseler & von Braun, 2017).

### **Zorluklar ve Sınırlılıklar**

Bu potansiyele rağmen, endüstri bitkilerinin yaygınlaşmasının önünde önemli engeller bulunmaktadır:

**Arazi Kullanımı ve Gıda Güvenliği Rekabeti:** En temel zorluk, "gıda mı, yakıt mı?" (food vs. fuel) ikilemidir. Özellikle birinci nesil biyoyakıt ve biyoplastik üretiminde kullanılan mısır, şeker pancarı gibi bitkilerin ekimi için verimli tarım arazilerinin kullanılması, gıda fiyatları ve gıda arzı üzerinde baskı oluşturma riski taşımaktadır (Bayramoğlu, 2012). Bu durum, sürdürülebilir arazi yönetimi ve gıda üretimiyle rekabet etmeyecek bitki türlerinin (örneğin marjinal arazilerde yetişebilen türler) seçilmesinin önemini vurgulamaktadır.

**Teknolojik ve Ekonomik Engeller:** Biyorafineri teknolojileri henüz olgunlaşma aşamasındadır. Biyokütlenin, özellikle de lignoselülozik hammaddelerin verimli bir şekilde bileşenlerine ayrıştırılması ve işlenmesi, halen petrol rafinerilerine kıyasla daha maliyetlidir. Üretim süreçlerinin ölçeklendirilmesi, lojistik altyapısının kurulması ve nihai ürünlerin performans/maliyet açısından petrol bazlı muadilleriyle rekabet edebilir seviyeye gelmesi gerekmektedir (FitzPatrick ve ark., 2010).

**Politik ve Yasal Belirsizlikler:** Biyoekonomiye geçiş, güçlü ve istikrarlı politika desteği gerektirir. Karbon fiyatlandırması, yeşil kamu alımları, yatırım teşvikleri ve biyo-bazlı ürünler için standartların oluşturulması gibi destekleyici mekanizmaların eksikliği, yatırımcılar için belirsizlik yaratmakta ve pazarın gelişimini yavaşlatmaktadır.

### **Gelecek Perspektifleri ve Araştırma Yönelimleri**

Yukarıda belirtilen zorlukların üstesinden gelmek için bilimsel ve teknolojik araştırmalar birkaç ana yönde ilerlemektedir:

**İleri Nesil Hammaddeler:** Gıda-yakıt rekabetini ortadan kaldırmak amacıyla, tarımsal atıklar (saman, mısır koçanı vb.), orman artıkları ve gıda üretimine uygun olmayan marjinal arazilerde yetiştirilebilen enerji bitkileri (örneğin, miskantus, switchgrass) gibi lignoselülozik biyokütle kaynaklarına odaklanılmaktadır (Yıldırım, 2020). Ayrıca, sucul biyokütle kaynağı olan algler, yüksek verimlilikleri ve tarım arazisine ihtiyaç duymamaları nedeniyle "üçüncü nesil" hammadde olarak büyük umut vaat etmektedir.

**Entegre Biyorafineriler ve Kaskad Kullanım:** Geleceğin biyorafinerileri, "sıfır atık" prensibiyle, biyokütlenin her bir bileşenini en yüksek katma değere sahip ürüne dönüştürmeyi hedeflemektedir. "Kaskad kullanım" ilkesi, biyokütlenin önce yüksek değerli kimyasallar ve malzemeler için kullanılmasını, ardından kalan artıkların enerji üretimi için değerlendirilmesini öngörerek ekonomik ve ekolojik verimliliği maksimize eder (Cherubini, 2010).

**Biyoteknolojik Gelişmeler:** Genetik mühendisliği ve CRISPR gibi modern biyoteknoloji araçları, bitkilerin kuraklığa dayanıklılık, verimlilik ve spesifik endüstriyel bileşen (yağ, lif vb.) içeriği gibi

özelliklerinin iyileştirilmesi için yeni olanaklar sunmaktadır. Bu, hem marjinal arazilerin daha verimli kullanılmasını sağlayabilir hem de biyorafineri süreçlerinin verimliliğini artırabilir.

## SONUÇ

Lineer ve fosil tabanlı bir ekonomik modelden, döngüsel ve sürdürülebilir bir biyoekonomiye geçiş, 21. yüzyılın en temel zorluklarından ve aynı zamanda en büyük fırsatlarından birini temsil etmektedir. Bu derleme, endüstri bitkilerinin bu sistemik dönüşüm için sadece alternatif bir hammadde kaynağı olmadığını, aynı zamanda bu yeni paradigmanın temel bir platformu olduğunu ortaya koymuştur. Lif, yağ, şeker, nişasta ve özel kimyasallar açısından zengin bu bitkiler, petrokimya endüstrisinin ürün yelpazesinin tamamına yakınına karşılama potansiyeline sahip yenilenebilir bir kaynak sunmaktadır.

İncelemelerimiz, doğal lif takviyeli kompozitler gibi hafif ve dayanıklı malzemelerden, karbon-negatif potansiyeli taşıyan yapı malzemelerine (hempcrete), biyobozunur plastiklerden (PLA) yeşil kimya endüstrisi için temel yapı taşı olan platform kimyasallarına kadar uzanan geniş bir teknolojik yelpazenin, laboratuvar ölçeğini aşarak ticarileşme aşamasına geldiğini göstermiştir. Bu inovasyonlar, sadece çevresel sorunlara (plastik kirliliği, karbon emisyonları) çözüm sunmakla kalmamakta, aynı zamanda kırsal kalkınma, hammadde güvenliği ve yeni endüstriyel değer zincirlerinin oluşturulması gibi sosyo-ekonomik faydalar da vaat etmektedir.

Bununla birlikte, bu potansiyelin tam olarak gerçekleştirilmesinin önündeki engeller de göz ardı edilemez. Gıda üretimiyle arazi ve kaynak rekabeti, biyorafineri teknolojilerinin ekonomik rekabet gücü ve destekleyici politika mekanizmalarının eksikliği, aşılması gereken en temel zorluklardır. Gelecekteki araştırma ve geliştirme çabaları, gıda dışı lignoselülozik biyokütle kaynaklarına (tarımsal atıklar, enerji bitkileri vb.) ve biyokütlenin her bileşenini en yüksek katma değere dönüştüren entegre, sıfır atık biyorafineri konseptlerine odaklanmalıdır.

Sonuç olarak, endüstri bitkilerinin ekonomik dokumuza başarılı bir şekilde entegrasyonu, basit bir malzeme ikamesinden çok daha fazlasını ifade etmektedir. Bu, endüstriyel üretimin ekolojik döngülerle çatışmak yerine onlarla uyum içinde çalıştığı, sömürücü bir modelden onarıcı bir modele doğru temel bir paradigma kaymasını simgelemektedir. Sürdürülebilir endüstrinin geleceği, kelimenin tam anlamıyla, topraktan yeşerebilir.

## KAYNAKÇA

- Arrigoni, A., Pelosato, R., & Dotelli, G. (2017). Life cycle assessment of natural building materials: the role of carbonation, mixture design and transport in the environmental impacts of hempcrete blocks. *Journal of Cleaner Production*, 149, 1051-1061. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.161>
- Bayramoğlu, A. T. (2012). *Tarımsal hammadde fiyatları ve biyoyakıt talebi ilişkisi* (Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü). <https://nek.istanbul.edu.tr/ekos/TEZ/49477.pdf>

- Boydak, E., & Karakaya, E. (2024). *Pandemi Öncesi ve Pandemi Sonrası Bazı Endüstri Bitkileri Üretiminin Türkiye'deki Durumu*. *Journal of Agriculture*, 12(1), 45–60. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3981101>
- Bozell, J. J., & Petersen, G. R. (2010). Technology development for the production of biobased products from biorefinery carbohydrates—the US Department of Energy's "Top 10" revisited. *Green Chemistry*, 12(4), 539-554. <https://doi.org/10.1039/B922014C>
- Carlsson, A. S. (2009). Plant oils as feedstock alternatives to petroleum – A short survey of potential oil crops. *Biochimie*, 91(6), 665-670. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2009.03.021>
- Castro-Aguirre, E., Iñiguez-Franco, F., Samsudin, H., Fang, X., & Auras, R. (2016). Poly(lactic acid)—Mass production, processing, industrial applications, and end of life. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 107, 333-366. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2016.03.010>
- Cherubini, F. (2010). The biorefinery concept: using biomass instead of oil for producing energy and chemicals. *Energy Conversion and Management*, 51(7), 1412-1421. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.01.015>
- Çağlayan, E., Ataç, Ö., & Çoban, V. (2020). Biyoenerji üzerine değerlendirme. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 42(634), 40–45. <https://e-dergi.tubitak.gov.tr/edergi/yazi.pdf?dergiKodu=4&cilt=42&sayi=634&sayfa=40&yaziid=27847>
- Demirbas, A. (2009). Political, economic and environmental impacts of biofuels: A review. *Applied Energy*, 86, S108-S117. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.04.036>
- European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. (2012). *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*. Publications Office of the European Union. <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/innovating-for-sustainable-growth-a> [erişim: 15.08.2025]
- Faruk, O., Bledzki, A. K., Fink, H. P., & Sain, M. (2012). Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010. *Progress in Polymer Science*, 37(11), 1552-1596. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2012.04.003>
- FitzPatrick, M., Champagne, P., Cunningham, M. F., & Whitney, R. A. (2010). A biorefinery processing perspective: treatment of lignocellulosic materials for the production of value-added products. *Bioresource Technology*, 101(23), 8915-8922. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.06.125>
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/> [erişim: 15.08.2025]

- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768-771. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- Kaya, M., & Demir, S. (Eds.). (2020). Tarımsal ve endüstriyel biyoteknoloji uygulamaları – Biyoekonomi. İKSAD Yayınları. <https://iksadyayinevi.com/wp-content/uploads/2020/04/TARIMSAL-VE-END%C3%9CSTR%C4%B0YEL-B%C4%B0YOTEKNOLOJ%C4%B0-UYGULAMALARI-B%C4%B0YOEKONOM%C4%B0.pdf>
- Lewandowski, I. (2015). Securing a sustainable biomass supply in a growing bioeconomy. *Global Food Security*, 6, 34-42. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.10.001>
- McCormick, K., & Kautto, N. (2013). The Bioeconomy in Europe: An Overview. *Sustainability*, 5(6), 2589-2608. <https://doi.org/10.3390/su5062589>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., III, Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R. W., Fabry, V. J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., & Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472-475. DOI: <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Salimon, J., Salih, N., & Yousif, E. (2010). Biolubricants: Raw materials, chemical modifications and environmental benefits. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(5), 519-530. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200900205>
- Sanjay, M. R., Madhu, P., Jawaid, M., Senthamarai Kannan, P., Senthil, S., & Pradeep, S. (2018). Characterization and properties of natural fiber polymer composites: A comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, 172, 566-581. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.101>
- Üçgül, İ., & Akgül, G. (2010). Biyokütle teknolojisi. *Yekarum Dergisi*, 1(1), 1-9. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/yekarum/issue/21886/235292>
- Üner, İ., & Koçak, E. D. (2012). Poli(laktik asit)'in kullanım alanları ve nano lif üretimdeki uygulamaları. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(22), 79-88. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/199605>
- Wesseler, J., & von Braun, J. (2017). Measuring the bioeconomy: Economics and policies. *Annual Review of Resource Economics*, 9, 275-298. <https://www.jstor.org/stable/26773558>
- Yıldırım, Ö. (2020). *Bioethanol production from lignocellulosic biomass* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). İstanbul Teknik Üniversitesi Akademik Arşivi. <https://polen.itu.edu.tr/handle/11527/20002>

## Otel Müşterilerinin Memnuniyetini Etkileyen Unsurların Keşifsel Faktör Analizi ile Belirlenmesi

Ömer Faruk KARAHAN<sup>1</sup>, Selin YALÇIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>E-mail: frkomer606@gmail.com; İstanbul Beykent Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul/Türkiye

<sup>2</sup>E-mail: selinyalcin@beykent.edu.tr; İstanbul Beykent Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul/Türkiye

---

### Özet

Turizm sektörü, ülkelerin ekonomik gelişiminde önemli bir rol oynarken, bu alanda faaliyet gösteren otel işletmeleri için müşteri memnuniyeti temel bir rekabet unsuru haline gelmiştir. Günümüzde artan müşteri beklentileri karşısında otel işletmelerinin memnuniyeti etkileyen faktörleri doğru bir biçimde analiz edebilmesi başarılı olabilmeleri açısından büyük önem taşımaktadır. Müşteri memnuniyetine etki eden faktörlerin kapsamlı bir biçimde değerlendirilmesi, otel işletmelerinin hem hizmet kalitesini artırmasına hem de müşteri bağlılığını güçlendirmesine katkı sunmaktadır. Bu çalışmada, otel müşterilerinin memnuniyet düzeyini etkileyen temel değişkenleri belirlemek amacıyla Keşifsel Faktör Analizi (KFA) yöntemi uygulanmıştır. KFA, özellikle veri setindeki karmaşık yapıları ve gizli faktörleri keşfetmeye yardımcı olan güçlü bir analiz aracıdır. Bu yöntem, bir dizi gözlemlenen değişkeni daha az sayıda anlamlı faktöre indirgemek için ideal bir yaklaşımdır. KFA, araştırmada çok sayıda değişken arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak ve bu ilişkilere göre anlamlı faktörler oluşturmak amacıyla kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, müşteri memnuniyetini etkileyen dört temel faktörün ortaya çıktığını göstermektedir. Bu faktörler, temel hizmet kalitesi, erişim ve teknoloji olanakları, müşteri profili ile ulaşım ve zamanlama kolaylığıdır. Müşteri memnuniyetine etki eden değişkenlerin sınıflandırma performansını değerlendirmek amacıyla ROC eğrisi analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz, her bir değişkenin memnun ve memnun olmayan müşteri gruplarını ayırt etme yeteneğini ölçmektedir. Analiz sonuçları, rezervasyon türü, konaklama konforu ve ortak alan eğlencesinin müşteri memnuniyetini ayırt etmede en güçlü değişkenler arasında yer aldığını göstermektedir. Bu da, söz konusu değişkenlerin müşteri memnuniyeti üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Araştırma sonuçları, müşteri memnuniyetini artıran temel faktörlerin daha iyi anlaşılmasını sağlayarak, işletmelerin müşteri deneyimlerini iyileştirmesi ve sadakati artırması yönünde önemli bilgiler sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Keşifsel Faktör Analizi, Müşteri Memnuniyeti, Otel İşletmeleri

---

---

## *Abstract*

The tourism sector plays a vital role in economic development, and customer satisfaction has become a key competitive factor for hotel enterprises. In the face of today's increasing customer expectations, the ability of hotel enterprises to accurately analyze the factors affecting satisfaction is of great importance for their success. A comprehensive evaluation of the factors influencing customer satisfaction contributes to both improving service quality and strengthening customer loyalty. In this study, Exploratory Factor Analysis (EFA) has been applied to identify the main variables influencing the satisfaction levels of hotel customers. EFA is a powerful analytical tool that helps uncover complex structures and latent factors within the dataset. This method is an ideal approach to reduce a set of observed variables into a smaller number of meaningful factors. EFA has been employed in the study to reveal the relationships among numerous variables and to construct meaningful factors based on these relationships. The findings show that four main factors affecting customer satisfaction emerged. These factors are core service quality, accessibility and technological facilities, customer profile, and convenience of transportation and timing. In order to evaluate the classification performance of the variables affecting customer satisfaction, ROC curve analysis was conducted. This analysis measures the ability of each variable to distinguish between satisfied and dissatisfied customer groups. The results indicate that type of booking, stay comfort, and common room entertainment are among the most powerful variables in distinguishing satisfaction levels. This demonstrates that these variables significantly impact customer satisfaction. The results of the study provide important insights for improving customer experience and increasing loyalty by enhancing the understanding of the key factors that influence customer satisfaction.

**Keywords:** Exploratory Factor Analysis, Customer Satisfaction, Hotel Businesses

---

## **GİRİŞ**

Turizm sektörü küresel ekonominin önemli bir parçası olarak hızla büyümeye devam etmektedir. Bu nedenle, müşteri memnuniyeti ve sadakati, işletmelerin rekabet gücünü artırmada önemli bir rol oynamaktadır. Müşteri memnuniyetini etkileyen faktörler yalnızca hizmet kalitesi ile sınırlı değildir aynı zamanda personel etkileşiminden fiziksel çevreye kadar geniş bir alana yayılmaktadır. Yapılan pek çok araştırma her şey dahil sistemleri, butik oteller, sosyal medya yorumları gibi farklı faktörlerin müşteri memnuniyeti ve sadakatini nasıl şekillendirdiğini ortaya koymaktadır. Türkiye turizm açısından büyük bir potansiyele sahip olup her yıl milyonlarca yerli ve yabancı turistini ilgisini çekmektedir. Ülkemizin sahip olduğu zengin kültürel miras, doğal güzellikler ve tarihi bölgeler turizmin gelişmesinde önemli bir etken olmuştur. Bununla birlikte, Türkiye'nin turizm sektörü son yıllarda yoğun bir rekabet ortamına girmiştir ve bu durum otel işletmelerinin müşteri memnuniyetine daha fazla odaklanmalarını gerektirmektedir. Türkiye'deki otel işletmeleri, hizmet kalitesini iyileştirmek için stratejiler geliştirirken müşteri memnuniyetini artıran temel faktörleri de tespit etmelidir.

Turizm sektöründe müşteri memnuniyeti ve sadakati üzerine yapılan araştırmalar, hizmet kalitesi, personel etkileşimi, fiziksel çevre ve beklentilerin karşılanma düzeyi gibi çeşitli faktörlerin bu ilişki üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir. Her şey dahil sisteminin müşteri memnuniyeti üzerindeki etkisini inceleyen Bostan ve ark. (2006), Bodrum Turgutreis'teki tatil köylerinde konaklayan yerli ve yabancı turistlerin genel olarak bu sistemden memnun olduğunu özellikle çocuklu ailelerin sunduğu kolaylıklardan dolayı bu modeli tercih ettiği sonucuna varmışlardır. Ancak memnuniyet düzeyi demografik değişkenlere göre farklılık göstermekte, gençler ve düşük gelir grubundaki bireyler sistemi daha çok tavsiye ederken, eğitim seviyesi yükseldikçe memnuniyet azalmaktadır. Buna rağmen sistemin müşteri beklentilerini genel olarak karşıladığı ancak standart eksikliklerin ve operasyonel sorunların iyileştirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Benzer şekilde, Onurlubaş ve Öztürk (2020), hizmet kalitesinin müşteri memnuniyeti üzerindeki etkisini ölçmüşlerdir. Fiziksel çevre, güven ve güvenilirlik boyutlarının memnuniyet üzerinde anlamlı etkileri olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bulgular, butik otellerin özellikle fiziksel çevre düzenlemeleri ve güven temelli ilişkiler geliştirmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Ercan (2019), Marmaris'te bulunan beş yıldızlı otel işletmelerinin kurumsal Facebook sayfalarına yapılan müşteri yorumlarını incelemiştir. Çalışma, müşterilerin en çok hizmet kalitesi, personel tutumu ve temizlikten memnun ya da şikayetçi olduklarını göstermiştir. Bu bulgular sosyal medya yorumlarının müşteri algılarını yansıtmada ne kadar önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Şirin ve Aksu (2016), Trabzon Ortahisar'daki turizm işletme belgeli otellerde konaklayan müşterilerde hizmet kalitesinin, müşteri memnuniyeti, tekrar satın alma ve tavsiye etme eğilimleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Hizmet kalitesinin bu üç davranış üzerinde anlamlı etkileri olduğunu saptanmış ve eğitim düzeyinin kalite algısında fark yarattığını ortaya çıkarmışlardır. Emir ve ark. (2010), Antalya'daki üç yıldızlı otellerdeki müşteriler arasında hijyen, sıcak karşılama ve bilgi doğruluğunun memnuniyet yarattığı, güvenlik, sağlık hizmetleri ve şikâyet çözüm süreçleri memnuniyetsizlik unsurları arasında yer aldığını belirtmişlerdir. Her şey dahil sistemde kısa süreli konaklama yapan müşterilerin memnuniyet düzeylerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple, otellerin farklı müşteri gruplarına uygun hizmet seçenekleri sunması tavsiye edilmektedir. Özer ve Günaydın (2010), Marmaris bölgesindeki konaklama işletmelerindeki müşterilerden elde edilen verilere göre resepsiyon ve mutfak departmanlarının müşteri memnuniyetine ve sadakatine olan etkisi açıkça ortaya konmuştur. İstanbul'daki beş yıldızlı otellerde müşteri sadakatine odaklanan Selvi ve Ercan (2010), hizmet kalitesi, müşteri memnuniyeti, güven duygusu ve personel iletişiminin sadakat üzerinde doğrudan etkili olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca promosyonlar ve özel gün kutlamaları da sadakati artıran faktörler arasında yer almaktadır.

Bu çalışmanın amacı, turizm sektöründe müşteri memnuniyeti ve sadakati üzerinde etkili olan faktörleri belirlemek ve bu faktörler arasındaki ilişkileri Keşifsel Faktör Analizi (KFA) yöntemiyle ortaya koymaktır. Bu yöntem, bir dizi gözlemlenen değişkeni daha az sayıda anlamlı faktöre indirgemek için ideal bir yaklaşımdır. Çalışma, sektördeki otel yönetimlerine müşteri memnuniyetini artırma stratejilerini geliştirmede rehberlik etmeyi hedeflemektedir.

## YÖNTEM

### Faktör Analizi

Faktör analizi, çoklu gözlemler arasındaki ilişkileri inceleyerek bu ilişkilerin arkasındaki gizli yapıları (faktörleri) belirlemeyi amaçlayan istatistiksel bir tekniktir. Bu yöntem, değişkenler arasındaki ilişkileri daha sade bir yapıya indirgemek ve benzer özellikleri taşıyan değişkenleri bir araya getirerek daha anlamlı faktörler oluşturmak için kullanılır. Faktör analizi, Keşifsel Faktör Analizi (KFA) ve Doğrulamalı Faktör Analizi (DFA) olmak üzere iki türde uygulanmaktadır. KFA, veri setinde bulunan ilişkileri keşfetmek ve bu ilişkiler doğrultusunda faktörleri oluşturmak için kullanılır. DFA, belirli bir faktör yapısının doğruluğunu test etmeyi amaçlar ve önceden belirlenen bu yapının verilere uyumunu değerlendirir (Yaşlıoğlu, 2017).

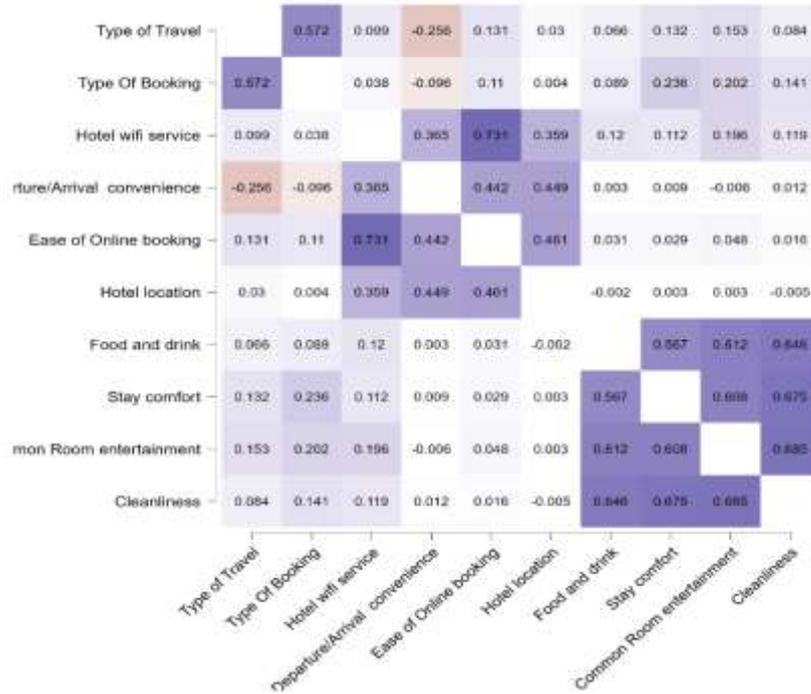
### Keşifsel Faktör Analizi (KFA)

KFA, önemli bilgi kayıpları olmadan çok değişkenli veri kümelerinin çoğunu açıklayan az sayıdaki faktörü belirlemek için veri indirgemesi yaparak veri kümelerini basitleştirmek için kullanılır. KFA'nın amacı, gözlenmemiş değişkenleri bulmak ve onları ortaya çıkarmaktır (Karaman, 2023). Faktörler, gözlemlenen değişkenlerin ortak varyansını temsil eden soyut kavramlardır. Faktör yükleri, gözlemlenen bir değişkenin faktörlerle olan ilişkisini gösteren katsayıdır. Faktör yüklerinin yüksek olması, değişkenin faktörle arasında güçlü bir ilişki olduğu anlamına gelmektedir (Büyüköztürk, 2002). Özdeğerler faktörün açıkladığı varyans miktarını göstermektedir. Genellikle özdeğeri 1'den büyük olan faktörler anlamlı kabul edilir ve bu faktörler verinin önemli bir yapısını temsil eder (Karaman, 2023). Faktörlerin adlandırılması, KFA'nın önemli bir adımıdır. KFA, gözlemlenen değişkenler arasındaki ilişkileri açıklamak için gizli faktörler oluşturur. Bu gizli faktörler araştırmacının veriyi anlamasına yardımcı olur ancak her faktörün anlamlı bir şekilde adlandırılması gereklidir. Faktör sayısının belirlenmesinde birkaç farklı yöntem vardır. Bunlardan biri, Kaiser tarafından geliştirilen K1 yöntemidir. Özdeğeri 1'in üzerinde olan faktörleri belirlemeye yönelik bir yöntemdir. Horn'un paralel analiz yöntemi, faktör sayısını belirlemek için rastgele veri üretilerek gerçek veri setiyle karşılaştırılmasını sağlar. Bu yöntem, örneklem hatasını dikkate alarak gerçek verideki özdeğerlerle paralel verideki özdeğerleri karşılaştırır ve daha yüksek özdeğerler veren faktörleri anlamlı olarak belirler. Bir diğer yöntem Yamaç grafiğidir. Yamaç grafiği, grafikte faktörlerin varyansa katkılarının yanı sıra bir iniş eğilimi gözlemlenir. Bir noktadan sonra bu eğim belirgin bir şekilde düşer ve düzleşir. Bu kırılma noktasına kadar olan faktörler, varyansa anlamlı katkılar sağlarken sonrasındaki faktörler önemsiz olarak kabul edilir (Koçak vd., 2016).

## UYGULAMA

Bu çalışmada, müşteri memnuniyetini etkileyen faktörleri belirlemek ve bu faktörler arasındaki ilişkileri anlamak amacıyla çeşitli istatistiksel testler ve analiz yöntemleri kullanılmıştır. Uygulanan yöntemler, verilerin güvenilir biçimde analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada, Kaggle platformunda yer alan ve otel müşterilerinin memnuniyetlerine dair bilgiler içeren bir veri seti kullanılmıştır. Veri setinin incelenmesi sonucunda, 'Type of Booking' adlı sütunda eksik değerlere rastlanmıştır. Bu eksik değerler analiz sonuçlarını etkilememesi için silinerek veriler analiz etmeye hazır hale getirilmiştir. İlk olarak, Cronbach Alfa testi kullanılarak veri setindeki iç tutarlılık ve güvenilirlik

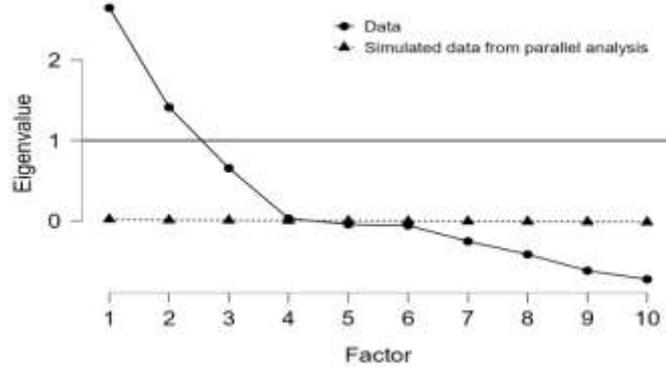
değerlendirilmiştir. Cronbach alfa, bir ölçüm aracıdaki öğelerin aynı kavramı ne kadar tutarlı bir şekilde ölçtüğünü belirlemek için kullanılan bir istatistiksel değerdir. 0,50 değerinin üzerindeki alfa değerleri ölçüm aracının güvenilir olduğunu gösterir. Bu çalışmada, Cronbach's Alpha değeri 0,711 olarak bulunmuştur ve bu alfa değeri veri setinin kabul edilebilir bir iç tutarlılığa sahip olduğunu ve ölçüm aracının güvenilir olduğunu göstermektedir. Bu test verilerin güvenilirliğini kontrol etmek için kritik bir adımdır ve araştırmanın genel doğruluğu açısından önemlidir. Veri setinin faktör analizine uygunluğunu değerlendirmek amacıyla JASP paket programı kullanılarak Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi uygulanmıştır. KMO testi, faktör analizine uygunluk için örneklem büyüklüğünün yeterli olup olmadığını ve değişkenler arasındaki ilişkilerin yeterli düzeyde olup olmadığını belirlemektedir. Bu çalışmada, elde edilen KMO değeri 0,732'dir ve veri setinin faktör analizi için uygun olduğunu göstermektedir. Bartlett testi, değişkenler arasındaki korelasyonların sıfırdan farklı olup olmadığını test etmek için kullanılmıştır. Bu test, faktör analizinin geçerliliğini test eden bir başka önemli adımdır. Bartlett testi, p değeri 0,05'in altına düştüğünde faktör analizinin yapılabilmesi için değişkenler arasında anlamlı korelasyonların bulunduğunu belirtir. Bu çalışmada yapılan Bartlett testi sonucu faktör analizinin uygulanabilir olduğunu doğrulamıştır. Veri setindeki değişkenlerin birbirleriyle ilişkilerini incelemek için korelasyon analizi gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Şekil 1'de gösterilen ısı haritası ile görselleştirilmiştir. Bu matris, her bir değişkenin diğer değişkenlerle olan doğrusal ilişkilerini görselleştirir. JASP yazılımı kullanılarak yapılan korelasyon analizi sonucunda değişkenlerin bazılarının arasında bir ilişki olduğunu gözlemlenmiştir.



Şekil 1. Korelasyon matrisi ısı haritası

Elde edilen veriler doğrultusunda, KFA yöntemiyle müşteri memnuniyetini etkileyen temel faktörler belirlenmiştir. Faktör sayısının belirlenmesinde paralel analiz yöntemi kullanılmıştır. Paralel analiz, gerçek veri ile rastgele üretilmiş verinin özdeğerlerini karşılaştırarak anlamlı faktörlerin sayısını

belirler. Bu yöntem örneklem hatalarını göz önünde bulundurur ve hangi faktörlerin gerçek verilere dayalı olarak anlamlı olduğunu ortaya koyar. Paralel analiz, faktör sayısını tespit etmek için güvenilir bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Faktör sayısının belirlenmesi amacıyla kullanılan bir diğer yöntem ise yamaç grafiğidir. Yamaç grafiği, faktörlerin açıklayacağı varyansların görsel olarak temsil edildiği bir grafikdir. Kırılma noktaları anlamlı faktörlerin sayısını belirlemek için kullanılmıştır.



**Şekil 2.** Faktör sayısının belirlenmesi

Şekil 2’de üçgen sembollerin üzerinde kalan grafik incelendiğinde toplam 4 kere kırılma yaşandığı görülmektedir. Bu kırılmalar faktör sayısını belirlememizi sağladığı için bu çalışmada otel müşterilerinin memnuniyeti 4 faktör altında incelenmiştir. Faktörlerin daha kolay yorumlanabilmesi için Varimax rotasyonu uygulanmıştır. Varimax rotasyonu, faktörler arasındaki korelasyonu minimize ederek her faktörde yüksek yüklemelere sahip değişkenlerin gruplandırılmasını sağlar. Bu yöntem, faktörlerin daha net bir şekilde yorumlanmasını ve her faktörün anlamlı bir şekilde açıklanmasını sağlar. Faktör yükleri tablosu aracılığıyla her bir değişkenin hangi faktöre ait olduğu tespit edilmiştir. Yüksek faktör yükleri değişkenin faktörle güçlü bir ilişkiye sahip olduğunu ifade eder. Analiz sonucunda elde edilen faktör yükleri tablosu hangi değişkenlerin hangi faktörle güçlü ilişkiler taşıdığını göstermektedir.

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Cleanliness	0.864			
Common Room entertainment	0.794			
Stay comfort	0.759			
Food and drink	0.753			
Ease of Online booking		0.918		
Hotel wifi service		0.783		
Hotel location		0.459		
Type Of Booking			0.950	
Type of Travel			0.610	
Departure/Arrival convenience				0.901

Note. Applied rotation method is varimax.

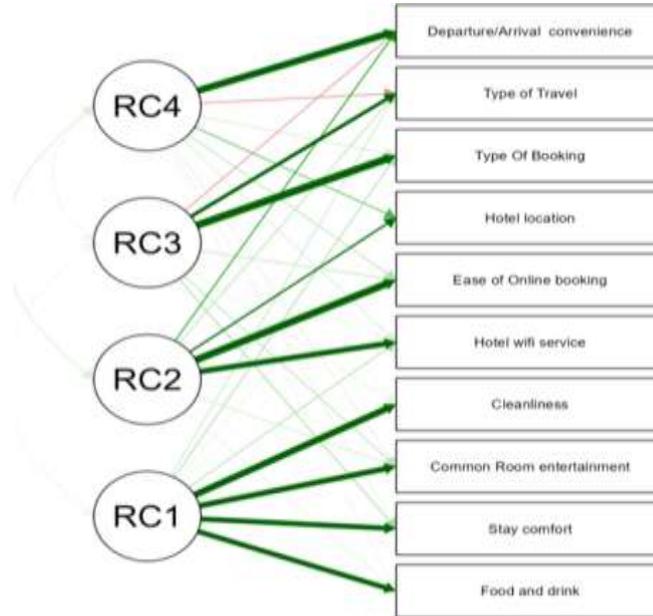
**Şekil 3.** Faktör yükleri sonuçları

Faktörlerin açıkladığı varyans, her bir faktörün veri setindeki toplam varyansa ne kadar katkı sağladığını gösterir. Her bir faktörün açıkladığı varyans oranlarını içeren tablo sunulmaktadır. Bu tablo her bir faktörün veri setindeki temel yapıları ne kadar temsil ettiğini göstermektedir. KFA sonucunda bulunan dört faktör, veri setinin %67,2'sini açıklamaktadır.

	Eigenvalues	Unrotated solution			Rotated solution		
		SumSq. Loadings	Proportion var.	Cumulative	SumSq. Loadings	Proportion var.	Cumulative
Factor 1	3.086	2.744	0.274	0.274	2.561	0.256	0.256
Factor 2	2.367	2.106	0.211	0.485	1.842	0.184	0.440
Factor 3	1.568	1.290	0.129	0.614	1.353	0.135	0.576
Factor 4	0.740	0.580	0.058	0.672	0.963	0.096	0.672

**Şekil 4.** Faktör yüklerinin açıkladıkları varyanslar

Faktör analiziyle elde edilen dört faktör, yol diyagramı kullanılarak görselleştirilmiştir. Yol diyagramı, faktörler arasındaki ilişkileri ve değişkenlerin faktörlere olan bağlılıklarını görsel olarak temsil eder. Bu diyagram faktörler arasındaki bağlantıları ve müşteri memnuniyetini etkileyen faktörlerin etkileşiminin daha net anlaşılması açısından önemlidir.



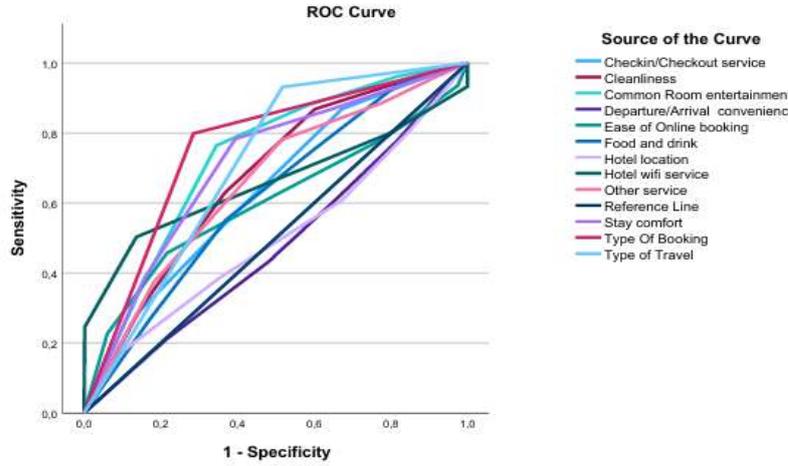
**Şekil 5.** Yol haritası ile faktörlerin etkileşimleri

Faktör analizi sonucunda müşteri memnuniyetini açıklayan dört temel faktör belirlenmiştir.

- **Faktör 1-Temel hizmet kalitesi:** “Food and Drink”, “Stay Comfort”, “Common Room Entertainment”, “Cleanliness”
- **Faktör 2-Erişim ve teknoloji kolaylığı:** “Hotel Wifi”, “Hotel Location”, “Ease of Online Booking”
- **Faktör 3-Müşteri profili:** “Type of Travel”, “Type of Booking”

- **Faktör 4-Ulaşım ve zamanlama kolaylığı: “Departure/Arrival Convenience”**

Bu çalışmada, KFA kullanılarak müşteri memnuniyetini etkileyen temel faktörler belirlendikten sonra ROC analizi kullanılarak değişkenlerin memnuniyeti sınıflama performansları değerlendirilmiştir. ROC analizi, her bir bağımsız değişkenin müşteri memnuniyetini memnun ve memnun değil şeklinde sınıflandırmadaki ayırt etme kapasitesini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. ROC eğrileri altında kalan alan AUC, değişkenin ayırt edicilik gücünü gösteren temel metriktir. AUC değerleri, 0,90-1,00 → Mükemmel, 0,80-0,90 → İyi, 0,70-0,80 → Orta, 0,60-0,70 → Zayıf, 0,50-0,60 → Çok Zayıf, 0,50 ve altı →Etkisiz şeklinde yorumlanmaktadır. Bu çalışmada, en yüksek AUC değerine sahip değişken “Type of Booking” (0,757) olurken, onu “Common Room Entertainment” (0,727) ,”Stay Comfort” (0,707) ve “Type of Booking” (0,707) takip etmiştir. Bu değişkenler, faktör analizi kapsamında yüksek yük değerleri almış ve temel hizmet kalitesi ile müşteri profili faktörleri altında toplanmıştır. Buna karşılık, “Departure/Arrival Convenience” (AUC: 0,474) ve “Hotel Location“ (AUC: 0,500) gibi değişkenlerin müşteri memnuniyetini ayırt etme gücü oldukça düşük bulunmuştur. Bu durum, bu değişkenlerin memnuniyet üzerindeki etkisinin zayıf olduğunu göstermektedir. Özellikle “Departure/Arrival Convenience” değişkeni, yalnızca bir faktör altında yer alarak analitik katkısının sınırlı kaldığını ortaya koymuştur.



**Şekil 6.** ROC eğrisi

Şekil 6’da görüldüğü üzere değişkenlerin büyük çoğunluğu referans çizgisinin üzerinde yer alarak müşteri memnuniyetini sınıflandırmada anlamlı birer ayırt edici değişken oldukları görülmektedir.

**Area Under the ROC Curve**

Test Result Variable(s)	Area	Std. Error <sup>a</sup>	Asymptotic Sig. <sup>b</sup>	Asymptotic 95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Type of Travel	,707	,002	,000	,704	,710
Type Of Booking	,757	,002	,000	,753	,760
Food and drink	,615	,002	,000	,612	,619
Stay comfort	,707	,002	,000	,704	,711
Common Room entertainment	,727	,002	,000	,724	,730
Checkin/Checkout service	,636	,002	,000	,632	,639
Other service	,655	,002	,000	,652	,658
Cleanliness	,672	,002	,000	,669	,676
Departure/Arrival convenience	,474	,002	,000	,470	,478
Hotel wifi service	,657	,002	,000	,653	,660
Ease of Online booking	,602	,002	,000	,598	,606
Hotel location	,500	,002	,831	,496	,503

**Şekil 7.** AUC değerleri

Değişkenlerin sınıflandırma başarısı Şekil 7’de sayısal olarak görülmektedir. Burada yer alan AUC değerleri, ROC eğrisinin altında kalan alanın büyüklüğünü gösterir ve değişkenlerin müşteri memnuniyetini ne kadar iyi ayırt edebildiğinin bir göstergesidir. Özellikle “Type of Booking” (0,757), “Common Room Entertainment” (0,727) ve “Stay Comfort” (0,707) gibi değişkenler, yüksek AUC değerleri ile dikkat çekmiş ve memnuniyetin doğru sınıflandırılmasında etkili olduklarını kanıtlamıştır. Buna karşılık, “Hotel Location” (0,500) ve “Departure/Arrival Convenience” (0,474) değişkenleri ise referans çizgisine çok yakın ya da altında kalan AUC değerleriyle sınıflandırma açısından zayıf performans sergilemişlerdir. Bu durum, söz konusu değişkenlerin müşteri memnuniyeti üzerinde anlamlı bir belirleyicilik taşımadığını göstermektedir.

**Classifier Evaluation Metrics**

Test Result Variable(s)	Gini Index	K-S Statistics	
		Max K-S <sup>a</sup>	Cutoff <sup>b</sup>
Type of Travel	,414	,414	,5000
Type Of Booking	,513	,513	,5000
Food and drink	,231	,182	3,5000
Stay comfort	,414	,388	3,5000
Common Room entertainment	,454	,419	3,5000
Checkin/Checkout service	,271	,196	2,5000
Other service	,310	,265	3,5000
Cleanliness	,345	,266	2,5000
Departure/Arrival convenience	-,052	,000	6,0000
Hotel wifi service	,313	,366	3,5000
Ease of Online booking	,204	,241	3,5000
Hotel location	-,001	,076	4,5000

- a. The maximum Kolmogorov-Smirnov (K-S) metric. Also the maximum value of Youden's index.  
b. In case of multiple cutoff values associated with Max K-S, the largest one is reported.

**Şekil 8.** Değişkenlere ait sınıflandırma ölçütleri

Şekil 8’de yer alan “Classifier Evaluation Metrics” tablosu, ROC analizinin tamamlayıcı metriklerinden biri olan Gini indeksi ile Kolmogorov-Smirnov (K-S) istatistiğini içermektedir. Bu metrikler, değişkenlerin müşteri memnuniyetini sınıflamada ne ölçüde başarılı olduğunu değerlendirmek için kullanılmaktadır.

Gini indeksi, AUC değerinin doğrusal bir dönüşümüdür ve değişkenin ayırt etme gücünü gösterir. Gini değeri 0'a yaklaştıkça sınırlayıcılık gücü zayıflarken, 1'e yaklaştıkça sınırlayıcılık artar. Bu çalışmada "Type of Booking" (0,513), "Common Room Entertainment" (0,454) ve "Stay Comfort" (0,414) gibi değişkenler yüksek Gini değerleriyle öne çıkarken, "Hotel Location" (-0.001) ve "Departure/Arrival Convenience" (-0.052) gibi değişkenler negatif ya da sıfıra yakın değerlerle düşük sınıflandırma gücüne sahip olduklarını göstermiştir. Kolmogorov-Smirnov (K-S) istatistiği, pozitif ve negatif gruplar arasındaki maksimum farkı ölçerek değişkenin memnuniyet durumlarını ayırt etme performansını gösterir. En yüksek K-S değerleri yine "Type of Booking" (0,513), "Common Room Entertainment" (0,419) ve "Stay Comfort" (0,388) gibi değişkenlerde görülmüştür. Max K-S Cutoff ise bu maksimum ayırt edicilik değerine ulaşılan karar eşliğini belirtmektedir. Örneğin, "Common Room Entertainment" değişkeni için maksimum ayırt edicilik 3,5 değerinde gözlemlenmiştir. Bu metrikler ROC eğrileri ve AUC değerlerini destekleyici olarak yorumlandığında müşteri memnuniyetini açıklamada hangi değişkenlerin öne çıktığını açık biçimde göstermektedir.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada ilk olarak KFA ile müşteri memnuniyetini etkileyen ana faktörler belirlenmiş sonrasında ROC analizi yardımıyla her bir değişkenin memnuniyet düzeylerini ayırt etme yeteneği değerlendirilmiştir. Analizler sonucunda, otel müşterilerinin memnuniyet düzeyini etkileyen yapısal boyutlar ve bu boyutların istatistiksel katkıları ayrıntılı biçimde ortaya konmuştur. Yapılan faktör analizi sonucunda müşteri memnuniyetini etkileyen dört faktör belirlenmiştir. Belirlenen dört faktör, veri setinde yer alan toplam varyansın %67,2'sini açıklayarak değişkenlerin büyük bir kısmını temsil edebilmiştir. Özellikle Faktör 1 ve Faktör 3'te yer alan değişkenler hem içerik olarak anlamlı hem de istatistiksel olarak güçlü bulunmuştur. ROC analizi sonuçları, faktör analizinde belirlenen Faktör 1 ve Faktör 3'te yer alan değişkenlerin hem güçlü sınıflandırma yeteneğine sahip olduğunu hem de müşteri memnuniyetini etkin biçimde temsil ettiğini göstermektedir. Özellikle "Type of Booking", "Stay Comfort" ve "Common Room Entertainment" değişkenleri yüksek AUC değerleri ile memnuniyet tahmininde önemli rol oynamaktadır.

Elde edilen bulgular doğrultusunda, otel işletmelerinin müşteri memnuniyetini artırmaya yönelik stratejik kararlar alabilmesi adına belirli öneriler geliştirilmiştir. Bu öneriler, hem faktör analizi hem de ROC analizinden elde edilen sonuçların bütüncül yorumuna dayanmaktadır. İlk olarak, temel hizmet kalitesine öncelik verilmelidir. Müşteri memnuniyetine en yüksek katkıyı sağlayan değişkenler arasında konfor, temizlik, yiyecek-içecek hizmetleri ve eğlence olanakları yer almaktadır. Bu alanlarda sürekli iyileştirme ve kalite standardizasyonu sağlanmalıdır. Dijital ve konumsal olanaklar ikincil düzeyde iyileştirilmelidir. Wifi hizmeti, otelin konumu ve online rezervasyon kolaylığı gibi değişkenler müşteri memnuniyetini belirlemede zayıf olsa da deneyimi destekleyen unsurlar olarak geliştirilmelidir. Özellikle genç ve teknolojiye duyarlı müşteriler için bu alanlara yatırım devam etmelidir. Veri temelli segmentasyon stratejisi oluşturulmalıdır. Özellikle "Type of Travel" ve "Type of Booking" değişkenleri kullanılarak müşteri segmentleri tanımlanmalı ve her segmente uygun hizmet önerileri geliştirilmelidir. Bireysel müşterilerin memnuniyet düzeyini artırmaya yönelik stratejiler ayrıca ele alınmalıdır.

Bu analizler sonucunda, müşteri memnuniyetine etki eden temel faktörlerin belirlenmesi ile otel işletmeleri daha stratejik kararlar alabilecek, kaynaklarını etkili alanlara yönlendirerek rekabet avantajı

sağlayabileceklerdir. Elde edilen bulgular, hem mevcut müşteri memnuniyet düzeyini artırmak hem de sadık müşteri kitlesi oluşturmak için yol gösterici niteliktedir. Ayrıca, bu tür çalışmalar sonucunda elde edilen veriler, regresyon, karar ağaçları, yapay sinir ağları, kümeleme ve sınıflandırma gibi ileri düzey istatistiksel modelleme yöntemleri ile desteklenerek müşteri profillerine özel hizmet öneri sistemleri geliştirilebilir. Bu sayede, otel işletmeleri hedef kitlelerine yönelik daha kişiselleştirilmiş veriye dayalı kararlar alma şansını elde edecek ve kaynaklarını en etkili biçimde yönlendirebilecektir.

## KAYNAKÇA

- Bostan, A., Armağan, E. A., & Süklüm, N. (2006). Her şey dahil sistem uygulayan otel işletmelerinde müşteri memnuniyeti: Bir alan araştırması. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 4(6), 32–53.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). Faktör analizi: Temel kavramlar ve ölçek geliştirmede kullanımı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 32(32), 470–483.
- Emir, Y., Kılıç, Y., & Pelit, Y. (2010). Üç yıldızlı otel işletmelerinde müşteri memnuniyeti üzerine bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(3), 291–310.
- Ercan, F. (2019). Sosyal medyada otel işletmelerine yönelik yorumların müşteri memnuniyeti ve memnuniyetsizliği açısından analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 22(2), 552–571.
- Karaman, M. (2023). Keşfedici ve doğrulayıcı faktör analizi: Kavramsal bir çalışma. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 9(1), 47–63.
- Koçak, D., Çokluk, Ö., & Kayri, M. (2016). Faktör sayısının belirlenmesinde MAP testi, paralel analiz, k1 ve yamaç birikinti grafiği yöntemlerinin karşılaştırılması. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 330–359.
- Onurlubaş, E., & Öztürk, D. (2020). Hizmet kalitesinin müşteri memnuniyeti üzerindeki etkisi: Butik oteller üzerine bir uygulama. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(3), 756–766.
- Özer, Ö., & Günaydın, Y. (2010). Otel işletmelerinde müşteri memnuniyeti ve müşteri sadakati ilişkisi: Dört yıldızlı otel işletmelerinde bir uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 11(2), 127–154.
- Selvi, M. S., & Ercan, F. (2006). Otel işletmelerinde müşteri sadakatının değerlendirilmesi: İstanbul'daki beş yıldızlı otel işletmelerinde bir uygulama. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(15), 159–188.
- Şirin, M. E., & Aksu, M. (2016). Otel işletmelerinde hizmet kalitesinin müşteri memnuniyeti, tekrar satın alma ve tavsiye isteği üzerindeki etkisi: Trabzon Ortahisar örneği. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 530–544.
- Yaşlıoğlu, M. M. (2017). Sosyal bilimlerde faktör analizi ve geçerlilik: Keşfedici ve doğrulayıcı faktör analizlerinin kullanılması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 46, 74–85.



## Development Of Mechanical Properties And Application Potential Of Titanium Matrix Composites Reinforced With Various Additives By Sps Method

*Yasemin ALTINBAY<sup>1</sup>, Pelin Çağım TOKAT BİRGİN<sup>2</sup>*

[yasemin.altinbay0@ogr.dpu.edu.tr](mailto:yasemin.altinbay0@ogr.dpu.edu.tr) Kütahya Dumlupınar University, Institute of Graduate Education, Materials Science and Engineering, Kütahya/ Turkey.

[pelinçagim.tokat0@dpu.edu.tr](mailto:pelinçagim.tokat0@dpu.edu.tr) Kütahya Dumlupınar University Faculty of Engineering Metallurgical and Materials Engineering, Kütahya/ Turkey.

---

### Abstract

In the 21st century, titanium matrix composite materials have become one of the indispensable building blocks of high-tech applications. Particularly in strategic sectors such as aviation, aerospace, defense, automotive, biomedical and energy, titanium composites are attracting global attention as they are expected to provide light weight and high mechanical strength at the same time. Rapid advances in the aerospace industry have increased the demand for high-performance materials for components such as turbine engine discs and blades, which typically operate at high temperature levels (over 600°C). In this respect, titanium composites are critical not only for performance but also for sustainability. From an R&D perspective, the International Conference on Powder Metallurgy and Additive Manufacturing of Titanium exemplifies this heightened interest. Our country has also gained significant momentum in the modern industry of titanium alloys, titanium matrix composites, etc. in the aerospace industry. This study has comprehensively examined the current strategic importance of titanium matrix composites, their production methods and performance characteristics. The findings show that advanced manufacturing techniques, especially powder metallurgy and spark plasma sintering (SPS), are crucial in optimizing the microstructure and mechanical performance of the titanium matrix. Rapid heating and cooling during the SPS process (600-1000°C) ensures that the materials produced have fine microstructures that often offer excellent mechanical properties. The aim of this study is to examine the impact of sintering temperature on relative density, microstructure and mechanical properties, and to analyze them in detail, especially targeting high performance. In conclusion, titanium matrix composites offer promising potential for high-performance industries such as aerospace and biomedical. Future work in this area will accelerate the integration of these materials into industrial applications by focusing

---

on optimizing hybrid reinforcement systems and making material characterization techniques more precise.

**Keywords:** Powder Metallurgy, SPS, Ti Alloys, Automotive Industry

---

## INTRODUCTION

The increasing demands of modern engineering and technology have increased the need for high-performance properties of materials; in this context, titanium-based composites are emerging as innovative solutions of the future. Composite properties are created by combining two or more materials that have superior qualities over monolithic properties. Such properties are characterized by their durability and light weight. Titanium and its alloys are widely chosen for numerous engineering and industrial applications owing to their intrinsic properties, including high specific strength, excellent high-temperature performance, superior corrosion resistance, efficient material utilization, and compatibility with composite materials. [1,2,3,4]. Continuous research and improvements are required to enhance the properties of these materials. In order to overcome the limitations, various reinforcing materials such as ceramics of different sizes, carbon elements, etc. are dispersed in titanium. The performance of composites is influenced by the interactions at the matrix–reinforcement interface as well as by reductions in the size of the reinforcing phase. In the last two decades, various metal components such as intermetallics, Bulk metallic glasses, high-entropy alloys, and shape memory alloys have recently emerged as promising reinforcement materials for metal matrix composites (MMCs). These metal-containing reinforcements offer a screening of superior physical and mechanical structures, leading to unprecedented outstanding performances. The processing techniques required for the production of highly efficient MMCs are being investigated, identifying potential flexibility and functional applications. In order to make further progress, it is necessary to study the structure of the active reinforcement unit at the atomic level to clearly identify, learn and tailor the properties of integrated composite materials [5]. Titanium matrix composites (TMCs) play a key role in overcoming these limitations. These composites can incorporate a wide range of materials, categorized by their primary metals (e.g., titanium, nickel, aluminum, copper, iron), type of reinforcement, phase (e.g., particles, fibers, whiskers), or manufacturing method (e.g., diffusion bonding, stir casting, infiltration, powder metallurgy). Reinforcements can include metals, oxides, carbides, nitrides, and other suitable materials. Composites are divided into different types according to the matrix material and reinforcement material. Considering the matrix material, composites are classified into Metal Matrix Composites (MMCs), Ceramic Matrix Composites (CMCs) and Polymer Matrix Composites (PMCs).

In all these basic composites, MMCs have attracted more attention from researchers due to their superior properties over others. Transition metals are generally used as alloying and carbide/nitride forming elements [6,7,8,9]. Of all the metals in the world, Al, Mg, Cu, Ti and Fe are the most widely used matrix materials. Based on this ranking, titanium is abundant in the earth, but with impurities. Because of these impurities, it is difficult and expensive to process. Multilayer graphene has also attracted the attention of researchers as a reinforcement due to its excellent mechanical and thermal properties [10]. The tensile strength obtained for graphene-reinforced composite materials is much higher than that of the raw material, up to 500 times higher [11,12].

### **TITANIUM MATRIX COMPOSITES**

TMCs (Titanium Matrix Composites) In advanced technological powder metallurgy (PM), reinforcements added to titanium (Ti) matrix materials are of great importance to improve their mechanical, thermal and tribological properties. While titanium exhibits advantages such as low density, a high strength-to-weight ratio, and excellent corrosion resistance, it may present limitations in terms of hardness, wear resistance, and high-temperature performance. Therefore, the performance of titanium can be enhanced by using various reinforcements. Thanks to their outstanding mechanical properties, titanium (Ti) alloys have garnered significant attention in recent years. Nonetheless, their relatively low wear resistance restricts their use in applications subject to wear and friction. [13,14].The physical and chemical properties show that tungsten carbide has outstanding potential for applications where it is currently the reference material [15,16].The dimensions and spatial distribution of reinforcement within the matrix material play a crucial role in determining the microstructure and mechanical performance.In particular, the integration of favorable properties such as toughness, high performance and mechanical strength, as well as factors such as low cost and weight, has led to composites offering enhanced properties relative to monolithic materials. [17,18,19]. Owing to their high specific strength, low density, excellent wear resistance, and favorable deformation processing characteristics, TMCs have found a wide range of applications in aerospace and automotive engineering.They are particularly favored for critical applications, including aircraft wing spars, engine blowers, and missile casings. [20,21,22,23]. These composite materials offer much more efficient and durable alternatives to conventional materials, thus occupying an important place in engineering designs. However, the properties of a material are greatly influenced not only by its microstructure, but also by the methods used in the manufacturing process. Advances in materials science have made it possible to improve the microstructural properties of titanium and its alloys to achieve the desired mechanical and thermal performance. These improvements enhance the overall performance of the material, creating a wider range of applications. Recently, one TM route that has attracted the most interest is the spark plasma sintering technique. Spark plasma sintering (SPS), also known as pulsed electric current sintering (PECS), is able to assemble almost completely dense samples in a short sintering cycle and at lower temperatures [24], leading to good

mechanical properties and uniform microstructures compared to conventional methods [25,26]. In this approach, the alloy powders are first prepared and then mechanically compacted into a sintering mold, after which a pulsed direct current is applied to consolidate the powders.[27]. Spark Plasma Sintering (SPS) facilitates material transport and diffusion through plasma formation between particles. This process not only aids in the removal of surface impurities but also enhances sinterability by promoting pressure-assisted plastic deformation alongside the Joule heating effect. Moreover, SPS is capable of consolidating a wide range of materials, including ceramics, metals, and composites [28,29]. Furthermore, SPS is capable of consolidating a variety of materials, including ceramics, metals, and composites. [30,31,32,33,34]. One of the main advantages of powder metallurgy over casting and combustion synthesis lies in its cost-effectiveness when densifying particle-reinforced metal matrix composites.[35,36]. [In the field of metallic materials research, the development and production of components with strength-stability synergy has been an urgent problem to be solved for further application [37,38]. The 7th edition of TMTi2024, the International Conference on Powder Metallurgy and Additive Manufacturing of Titanium, was hosted in Spain for the first time, following a succession of successful events previously held in Australia, New Zealand, Germany, China, the United States, and Canada. The aim of the conference is to bring together researchers and industry professionals working on the processing, design and applications of titanium and its alloys produced using powder metallurgy (TM) and additive manufacturing (AM) technologies. More than 100 delegates from 18 countries from around the world are participating from academia and industry, providing a cross-sectoral and interdisciplinary approach. Our country is doing its part in this regard, and will continue to do so with developing national R&D opportunities. The primary objective is to determine the most effective option in terms of wear resistance. To achieve this goal, comprehensive analyses will be carried out, including mass loss measurements, track width assessments, wear assessments and friction coefficient analyses. In advanced technological powder metallurgy (PM), reinforcements added to titanium (Ti) matrix materials are of great importance to improve their mechanical, thermal and tribological properties. While titanium offers advantages including low density, a high strength-to-weight ratio, and outstanding corrosion resistance, it may exhibit shortcomings in terms of hardness, wear resistance, and performance at elevated temperatures. But, the evaluation of titanium and its alloys as an alternative to metals such as steel or nickel-based alloys is limited due to their lower wear resistance, thermal resistance and elastic modulus values compared to steel [39,40,41]. These limitations have been largely overcome by the development of titanium matrix composites (TMC) [39,40,41]. Consequently, it is increasingly recognized that the development of next-generation materials goes beyond the properties and functions offered by stand-alone materials (monolithic materials). This highlights the critical importance of a deep

understanding of the interface properties for the integration of composite materials into different end products [42-43]. Material savings: High-performance composites allow the same or better results using less material. Longevity, such as long-lasting, robust materials with proven durability, as seen in the 1 Century Roof in Japan: More durable materials reduce costs by requiring less maintenance and replacement. For example, the K166 nuclear submarine, built in late 1968, had its shell, pipeline systems and numerous other devices and machines made of titanium alloys. Titanium alloy has also made new breakthroughs in the large-scale and submersible field in China. Due to good mechanical properties, long service life, less maintenance cost, titanium alloy has obvious advantages in submersible application, especially large submersible shell materials are preferred due to their long service life. The general aim of the study can be summarized as follows; to produce titanium matrix with superior properties by using a production method that can provide high quality production such as SPS, to produce titanium matrix with various reinforcements, to evaluate the tribological, hardness, wear, investigating the mechanical behavior of composites containing varying proportions of reinforcement XRD, SEM, EDX, X-Ray spectroscopy and to make progress in this field in Turkey.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

This comprehensive review clearly demonstrates the potential of titanium matrix composite materials for high performance applications. With the use of advanced manufacturing techniques such as SPS, high theoretical density values can be achieved by optimizing the material's sintering temperature and applied pressure. In particular, the homogeneous distribution of nanometer-scale reinforcement particles (Graphene, CNT , etc.)t he matrix-reinforcement interfacial bond by minimizing porosity, thus increasing the overall material integrity. However, it is critical to keep the amount of reinforcement at an optimal level, as high levels of additives can lead to agglomeration and hence a decrease in density. Microstructural control and proper selection of reinforcing elements dramatically improve the mechanical properties of composites. The hardness and strength of pure titanium are significantly increased by the addition of hard ceramic particles. These additives strengthen the grain boundaries, preventing dislocation movement and increasing the tensile strength of the material. Titanium matrix composites also exhibit superior performance in terms of wear, thermal and electrical properties. These versatile properties indicate that the composites are suitable for not only structural but also functional applications. In conclusion, the findings reviewed in this review confirm that Ti-matrix composites are an indispensable material candidate for future strategic sectors such as aerospace, space, biomedical and energy. Controlled manufacturing methods such as SPS and hybrid reinforcement strategies have the potential to further improve the performance of these materials. Future studies,

especially focusing on the detailed control of matrix-reinforcement interfacial reactions and investigating the synergistic effects of different reinforcement combinations, will be critical for the widespread use of titanium matrix composites on an industrial scale.

## CONCLUSION

Considering the outcomes of this study, it is advisable that forthcoming research concentrates on several key aspects to fully harness the potential of titanium matrix hybrid composites. One important direction is the combined application of diverse reinforcement materials (boron nitride, etc.) with titanium matrix and the synergistic effects of these combinations should be studied in detail. Secondly, the thermodynamic and kinetic mechanisms of interfacial reactions between the matrix and reinforcement should be analyzed in more depth using advanced characterization techniques (SEM, SEM-mapping, SEM-EDS, HR-TEM, etc.). In this way, the strength and stability of the interface can be controlled more effectively. Third, the long-term mechanical behavior of composites, such as fatigue and creep, should be tested under high temperature and corrosive environments to generate reliability data for real-world applications. Finally, the development of scalable and cost-effective methods for the production of these materials will accelerate their industrial adoption. These proposals will expand the scientific and technological frontiers of titanium matrix composites and provide solutions to the advanced material needs of the future.

## REFERENCES

- 1-Attar, H., Ehtemam-Haghighi, S., Kent, D. and Dargusch, M. S. 2018. "Recent developments and opportunities in additive manufacturing of titanium-based matrix composites: a review", *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 133, 85-102.
- 2-Hayat, M. D. 2019. "Titanium metal matrix composites: an overview", *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 121, 418-438.
- 3-Froes, F. H. (Ed.). 2015. "4.1 Beta transformation", *In: Titanium - Physical Metallurgy, Processing, and Applications*, ASM International, Materials Park, Ohio, 75-94.
- 4-Donachie, M. J. (Ed.). 2000. "12.1 Basic Properties of Titanium and its Alloys", *In: Titanium - A Technical Guide (2nd Edition)*, ASM International, Materials Park, Ohio, 95-121.
- 5-Lomnitz, A., Amir, B., Kalabukhov, S., Hayun, S. and Sadot, O. 2025. "Dynamic properties of Ti-W alloys fabricated by Spark Plasma Sintering", *Journal of Materials Research and Technology*, 35, 4634-4646.
- 5-Cai, C., Song, B., Xue, P., Wei, Q., Wu, J. M., Li, W. and Shi, Y. 2016. "Effect of hot isostatic pressing procedure on performance of Ti6Al4V: surface qualities, microstructure and mechanical properties", *Journal of Alloys and Compounds*, 686, 55-63.

- 6-Sun, Y., Su, W., Yang, H. and Ruan, J. 2015. "Effects of WC particle size on sintering behavior and mechanical properties of coarse grained WC-8Co cemented carbides fabricated by unmilled composite powders", *Ceramics International*, 41(10), 14482-14491.
- 7-Saito, H., Iwabuchi, A. and Shimizu, T. 2006. "Effects of Co content and WC grain size on wear of WC cemented carbide", *Wear*, 261(2), 126-132.
- 8-Wang, Z., Liu, Y., Liu, K. and Wang, B. 2019. "Mechanical properties and microstructure of spark plasma sintered WC-8 wt.% Co-VC-cBN ultrafine grained cemented carbide", *Ceramics International*, 45(17), 23658-23665.
- 9-Yin, L., Spowage, A. C., Ramesh, K., Huang, H., Pickering, J. P. and Vancoille, E. Y. J. 2004. "Influence of microstructure on ultraprecision grinding of cemented carbides", *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 44(5), 533-543.
- 10-Wu, C., Fang, P., Luo, G., Chen, F., Shen, Q., Zhang, L. and Lavernia, E. J. 2014. "Effect of plasma activated sintering parameters on microstructure and mechanical properties of Al-7075/B4C composites", *Journal of Alloys and Compounds*, 615, 276-282.
- 11-Lee, C., Wei, X. and Kysar, J., Hone. 2008. "Measurement of the elastic properties and intrinsic strength of monolayer graphene", *Science*, 321, 385-388.
- 12-Yehia, H. M., Nouh, F. and El-Kady, O. 2018. "Effect of graphene nano-sheets content and sintering time on the microstructure, coefficient of thermal expansion, and mechanical properties of (Cu/WCeTiC-Co) nano-composites", *Journal of Alloys and Compounds*, 764, 5 October, 36-43.
- 13-Woydt, M. and Mohrbacher, H. 2013. "Friction and wear of binder-less niobium carbide", *Wear*, 306(1-2), 126-130.
- 14-Woydt, M., Mohrbacher, H., Vleugels, J. and Huang, S. 2016. "Niobium carbide for wear protection-tailoring its properties by processing and stoichiometry", *Metal Powder Report*, 71(4), 265-272.
- 15-NN, N. 2013. "Technical report 581 on the toxicology studies of cobalt metal", *NIH Publication*, 14-5923.
- 16-IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2006. "Cobalt in hard metals and cobalt sulfate, gallium arsenide, indium phosphide and vanadium pentoxide", *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, 86, 1.
- 17-Oketola, A., Jamiru, T., Adegbola, A. T., Ogunbiyi, O., Sadiku, R. and Salifu, S. 2022. "Influence of sintering temperature on the microstructure, mechanical and tribological properties of ZrO<sub>2</sub> reinforced spark plasma sintered Ni-Cr", *Journal of Lightweight Materials and Manufacturing*, 5, 188-196.
- 18-Zuhailawati, H., Samayamutthirian, P. and Ch., M. H. 2007. "Fabrication of low cost aluminum matrix composite reinforced with silica sand", *Journal of Physical Science*, 18, 47-55.
- 19-Yadav, S., Gangwar, S. and Singh, S. 2017. "Micro/nano reinforced filled metal alloy composites: a review over current development in aerospace and automobile applications", *Materials Today: Proceedings*, 4, 5571-5582.

- 20-Liu, K. Y., Li, J. S., Wan, J., Yan, Q., Kondoh, K., Shen, J. and Chen, B. 2022. "Sintering-free fabrication of high-strength titanium matrix composites reinforced with carbon nanotubes", *Carbon*, 197, 412-424.
- 21-Üzüm, L. 2024. "Production of Ti-Cu alloys as biomaterials and investigation of their mechanical, morphological and antibacterial properties", *Master Thesis, Necmettin Erbakan University (Turkey)*.
- 22-Öztürk, S. 2017. "Investigation of the effect of sintering temperature on the mechanical and physical properties of hydroxyapatite and calcium titanate composites by numerical and experimental methods."
- 23-Li, S., Sun, B., Imai, H. and Kondoh, K. 2013. "Powder metallurgy Ti-TiC metal matrix composites prepared by in situ reactive processing of Ti-VGCFs system", *Carbon*, 61, 216-228.
- 24-Ayodele, O., Awotunde, M., Babalola, B., Olubambi, P. 2021. "Spark Plasma Sintering of CNT-NiAl Nanocomposites-Process Parameter, Densification Mechanism, and Grain Analysis", *Manuf. Rev.*, 8, 25.
- 25-Nishimura, T., Mitomo, M., Hirotsuru, H., Kawahara, M. 1995. "Fabrication of Silicon Nitride Nano-Ceramics by Spark Plasma Sintering", *J. Mater. Sci. Lett.*, 14, 1046-1047.
- 26-Guo, S., Nishimura, T., Kagawa, Y., Yang, J. 2008. "Spark Plasma Sintering of Zirconium Diborides", *J. Am. Ceram. Soc.*, 91, 2848-2855.
- 27-Babalola, B., Shongwe, M., Rominiyi, A., Lepele, P., Popoola, A. 2019. "The Fabrication and Characterization of Spark Plasma Sintered Nickel Based Binary Alloy at Different Heating Rate", *J. Micro Nano-Manuf.*, 7, 031004.
- 28-Rominiyi, A.L., Shongwe, M.B., Maledi, N., Babalola, B.J., Olubambi, P.A. 2019. "Synthesis, Microstructural and Phase Evolution in Ti-2Ni and Ti-10Ni Binary Alloys Consolidated by Spark Plasma Sintering Technique", *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 104, 1041-1049.
- 29-Singh, L.K., Bhadauria, A., Jana, S., Laha, T. 2018. "Effect of Sintering Temperature and Heating Rate on Crystallite Size, Densification Behaviour and Mechanical Properties of Al-MWCNT Nanocomposite Consolidated via Spark Plasma Sintering", *Acta Metall. Sin. (Engl. Lett.)*, 31, 1019-1030.
- 30-Feng, H., Jia, D., Zhou, Y. 2005. "Spark Plasma Sintering Reaction Synthesized TiB Reinforced Titanium Matrix Composites", *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.*, 36, 558-563.
- 31-Shen, X., Zhang, Z., Wei, S., Wang, F., Lee, S. 2011. "Microstructures and Mechanical Properties of the in Situ TiB-Ti Metal-Matrix Composites Synthesized by Spark Plasma Sintering Process", *J. Alloys Compd.*, 509, 7692-7696.
- 32-Chaudhari, R., Bauri, R. 2013. "Reaction Mechanism, Microstructure and Properties of Ti-TiB Insitu Composite Processed by Spark Plasma Sintering", *Mater. Sci. Eng. A*, 587, 161-167.
- 33-Borkar, T., Nag, S., Ren, Y., Tiley, J., Banerjee, R. 2014. "Reactive Spark Plasma Sintering (SPS) of Nitride Reinforced Titanium Alloy Composites", *J. Alloys Compd.*, 617, 933-945.



- 34-Zhang, Z.H., Shen, X.B., Wen, S., Luo, J., Lee, S.K., Wang, F.C. 2010. "In Situ Reaction Synthesis of Ti-TiB Composites Containing High Volume Fraction of TiB by Spark Plasma Sintering Process", *J. Alloys Compd.*, 503, 145-150.
- 35-Cai, C., Song, B., Xue, P., Wei, Q., Wu, J., Li, W., Shi, Y. 2016. "Effect of Hot Isostatic Pressing Procedure on Performance of Ti6Al4V: Surface Qualities, Microstructure and Mechanical Properties", *J. Alloys Compd.*, 686, 55-63.
- 36-Duan, H., Han, Y., Lu, W., Wang, L., Mao, J., Zhang, D. 2021. "Configuration Design and Fabrication of Laminated Titanium Matrix Composites", *Mater. Des.*, 99, 219-224.
- 37-Guo, S., Li, Y., Li, S., Gu, J., Peng, Y., Lu, J., ... & Wang, K. 2024. "Multilayered heterogeneous titanium matrix composites based on in situ reaction fabricated by selective laser melting: Microstructure and mechanical properties under different strain rates", *Materials Science and Engineering: A*, 903, 146679.
- 38-Niu, G., Zurob, H., Misra, R., Tang, Q., Zhang, Z., Nguyen, M. T., ... & Zou, Y. 2022. "Superior fracture toughness in a high-strength austenitic steel with heterogeneous lamellar microstructure", *Acta Materialia*, 226, 117642.
- 39-Li, S., Sun, B., Imai, H., Mimoto, T. and Kondoh, K. 2013. "Powder metallurgy titanium metal matrix composites reinforced with carbon nanotubes and graphite", *Composites A: Applied Science and Manufacturing*, 48, 57-66.
- 40-Kuzumaki, T., Ujiie, O., Ichinose, H. and Ito, K. 2000. "Mechanical characteristics and preparation of carbon nanotube fiber-reinforced Ti composite", *Advanced Engineering Materials*, 2, 416-418.
- 41-Kondoh, K. 2015. "16 - Titanium metal matrix composites by powder metallurgy (PM) routes. In: Qian M, Froes FH (Eds) Titanium powder metallurgy", *Butterworth-Heinemann*, Boston, 277-297.
- 42-Chávez, J., Olmos, L., Jiménez, O., Bouvard, D., Rodríguez, E., Flores, M. 2017. "Sintering behaviour and mechanical characterisation of Ti64/x TiN composites and bilayer components", *Powder Metall.*, 60(4), 257.
- 43-Geng, L., Huang, L., Xu, H., Peng, H. 2011. "In situ TiC particles reinforced Ti6Al4V matrix composite with a network reinforcement architecture", *Mater. Sci. Eng. A*, 528(6)

## Production Of Alkali-Activated Paste By Mixing Two Types Of Slag: An Unexplored Solution For The Industry

Hakan Ozkan<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>E-mail: hozkan@cimpor.com; Yildiz Technical University, Civil Engineering Faculty, Civil Engineering Department, Istanbul / Türkiye.

<sup>2</sup>E-mail: hozkan@cimpor.com; Betão Liz,Cimpor, Lisbon/ Portugal.

---

### Özet

Çelik üretiminin yan ürünü olan bazik oksijen fırını cürufu (BOFS), depolama sahalarına atıldığında önemli çevresel ve ekolojik riskler oluşturmaktadır. Ancak, BOFS'nin bağlayıcılık özellikleri, özellikle alkalilerle aktive edilmiş bağlayıcı sistemlerinde faydalı bir şekilde yeniden kullanılma potansiyeli sunmaktadır. Bu çalışma, BOFS'nin, farklı konsantrasyonlarda sodyum hidroksit (NaOH) ile aktive edilmiş öğütülmüş granül yüksek fırın cürufu (GGBFS) ile birlikte kısmi ikame malzemesi olarak kullanılmasının fizibilitesini araştırmaktadır. Dört farklı BOFS ikame seviyesi (0%, 20%, 40% ve 60%) ve üç NaOH molaritesi (6M, 8M ve 10M) ile hamur karışımları hazırlanmıştır ve karışımların taze ve mekanik özellikleri değerlendirilmiştir. Deney sonuçları, BOFS'nin artırılmasının dayanımda azalmaya yol açtığını göstermiştir. Diğer yandan, karışımların mekanik performansı daha yüksek NaOH molaritesi ile artış göstermiştir. Özellikle, BOFS'nin fazla artışıyla ilişkili dayanım azalmasına rağmen, yüksek NaOH konsantrasyonlarında 20 MPa'yı aşan basınç dayanımı değerleri elde edilmiştir. Bu çalışma, alkalilerle aktive edilmiş sistemlerde BOFS'nin değerinin artırılması için çevresel ve ekonomik avantajlar ile sürdürülebilir bir yaklaşım sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Bazik oksijen fırını cürufu; Alkali-aktivasyon; Mekanik davranış

---

### Abstract

Basic oxygen furnace slag (BOFS), a byproduct of the steelmaking process, poses significant environmental and ecological risks when disposed of in landfills. However, its inherent cementitious characteristics offer potential for beneficial reuse, particularly in alkali-activated binder systems. This study explores the feasibility of incorporating BOFS as a partial replacement material alongside ground granulated blast furnace slag (GGBFS), activated using varying concentrations of sodium hydroxide (NaOH). Paste mixtures were prepared with four different BOFS replacement levels (0%, 20%, 40%, and 60%) and three NaOH molarities (6M, 8M, and 10M). The fresh and mechanical properties of the mixtures were evaluated. Results indicated that increasing the BOFS content led to a reduction in compressive strengths. Conversely, higher NaOH molarity enhanced the mechanical performance of the mixtures. Notably, despite the reduction in strength associated with higher BOFS ratios, compressive strength values exceeding 20 MPa were achieved at high NaOH concentrations. This study presents a sustainable approach for the valorization of BOFS in alkali-activated systems, offering both environmental and economic advantages.

**Keywords:** Basic oxygen furnace slag; Alkali-activation; Mechanical behaviour

---

## INTRODUCTION

Mortar and concrete are among the most extensively used construction materials worldwide, with their demand continuously growing due to rapid industrialization and urban development (Kabay, Miyan, & Özkan, 2021; Kabay et al., 2021; Ibrahim, 2021). The surge in global population has significantly impacted the construction sector, leading to a steep rise in the consumption of cement-based materials. This expansion in infrastructure and construction activities has resulted in an alarming increase in cement production, which poses serious environmental concerns. In recent decades, the integration of industrial waste into construction materials has emerged as a crucial strategy to mitigate environmental damage and address challenges associated with waste disposal.

In response, industry professionals and researchers have intensified their efforts to find viable alternatives to traditional cement, aiming to lessen its environmental impact. Among these options, using industrial by-products has gained increasing interest. Slags generated during metallurgical processes are generally classified according to their source: slags from ironmaking, such as blast furnace slag (BFS), and slags from steelmaking, which include basic oxygen furnace slag (BOFS), electric arc furnace slag (EAFS), and ladle slag (LS) (Yildirim & Prezzi, 2011). BOFS, in particular, is produced in large quantities during steel manufacturing (Kabay, Miyan, & Özkan, 2021; Kim, Jeong, Chung, & Nam, 2020). It is estimated that about 71.9% of global steel production is carried out using the basic oxygen furnace method (World Steel Association, 2020), yielding roughly 100–200 kg of BOFS per ton of steel (Belhadj, Diliberto, & Lecomte, 2014). For example, in Europe alone, steelmaking generated approximately 15.7 million tons of slag in 2018, with an estimated 2 million tons being landfilled (Euroslag, 2018). This waste presents environmental and ecological risks due to the leaching of toxic compounds such as  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ , and  $MgO$ , which can be released as BOFS ages and degrades (Chaurand, Rose, Domas, & Bottero, 2006). Therefore, finding sustainable and effective ways to reuse BOFS is both essential and urgent.

Although BOFS has been studied for applications such as road base materials, asphalt mixtures, and aggregate substitutes, its expansive nature—primarily due to the presence of free  $CaO$  and  $MgO$ —has limited its widespread use (Lee et al., 2020). While several stabilization techniques have been proposed to control this expansion, research into the alkali activation of BOFS remains limited. Ma et al. (2021), for example, found that incorporating carbonated BOFS into cementitious mixes led to a reduction in compressive strength with increasing BOFS content. Lin et al. (2021), investigated the co-processing of BOFS and stone coal to produce glass ceramics and successfully developed a modified slag with enhanced mechanical properties, reaching a flexural strength of 95.83 MPa.

In light of increasing resource scarcity and environmental pressures, the responsible use of natural resources has become imperative. Integrating waste materials into construction applications contributes to sustainability goals. Over the past decade, significant attention has been directed toward developing alkali-activated binders using industrial by-products. However, studies focusing on alkali-activated mortars (AAMs) that incorporate BOFS in combination with ground granulated blast furnace slag (GGBFS), activated using sodium hydroxide ( $NaOH$ ), are still scarce. Therefore, this research aims to experimentally investigate the use of BOFS in AAM production and to evaluate the influence of varying BOFS contents and  $NaOH$  molarities on the mechanical properties of the resulting mortars.

## EXPERIMENTAL STUDY

The experimental study was carried out focusing on the items as follows: (i) effect of BOFS content on the mechanical properties of paste mixes, (ii) the effect of NaOH molarity on the performance of paste mixes.

This study investigates the influence of sodium hydroxide (NaOH) solution on the performance of alkali-activated paste (AAP). The binders used for synthesizing the AAP samples consisted of weathered basic oxygen furnace (BOF) slag—aged for over five years—and ground granulated blast furnace slag (GGBFS). The morphology of the ground BOF slag and GGBFS is presented in Figure 1. Both materials exhibited comparable particle size distributions, with median particle sizes ( $D_{50}$ ) of 11.2  $\mu\text{m}$  for BOF slag and 9.93  $\mu\text{m}$  for GGBFS. Their specific gravities were measured as 3.00 for BOF slag and 2.91 for GGBFS. The chemical compositions of these binders are summarized in Table 1.

The primary crystalline phases identified in the BOF slag included portlandite ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), larnite ( $\text{C}_2\text{S}$ ), hatrurite ( $\text{C}_3\text{S}$ ), srebrodolskite ( $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ ), mayenite ( $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$ ), and a solid solution known as the RO phase (comprising CaO, MgO, FeO, and MnO). Given that the BOF slag exhibited an alkalinity level of 4.3, that's why it was used as a partial replacement for GGBFS in the mixture.

In this study, ground BOF slag and GGBFS were combined in varying proportions, with BOF slag replacing GGBFS at rates of 0%, 20%, 40%, and 60% by mass. The alkali activation of the binder blends was achieved using sodium hydroxide (NaOH) solutions with molar concentrations of 6 M, 8 M, and 10 M. All mixtures maintained a constant water-to-binder (w/b) ratio of 0.33 by mass. Detailed mix proportions for the alkali-activated pastes (AAPs) are provided in Table 2. A total of 12 different mixtures were prepared for this experimental program. Each mix was designated using a code based on the BOF slag replacement level and the molarity of the NaOH solution. For instance, the designation “B40-8” refers to a mixture containing 40% BOF slag (by mass) as a replacement for GGBFS, activated with an 8 M NaOH solution.

During the mixing process, the alkaline solution was first introduced into the mixing vessel, followed by the gradual addition of the pre-blended BOF slag and GGBFS. Mixing was carried out for approximately  $4 \pm 1$  minutes to achieve a uniform and homogeneous paste. The resulting alkali-activated paste (AAP) was then cast into  $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$  cubic molds. To eliminate entrapped air, the molds were vibrated, after which they were covered with plastic film to minimize moisture loss. The samples remained in the molds for 24 hours under laboratory conditions at a temperature of  $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ . After demolding, the specimens were stored in a curing chamber maintained at a constant temperature of  $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  and a relative humidity of  $55 \pm 2\%$ , where they remained until the designated testing age.

In order to determine the workability of pastes, flow of the paste samples was determined following the ASTM C1437 standard. The paste samples were placed into the flow mold in two steps and each layer was tamped 10 times. The compressive strength of the paste samples was determined using 50 mm cubic samples following the ASTM C109 standard. The specimens were tested at 3, 7, and 28 days.



**Figure 1.** The appearance of: (a) Ground BOF slag, and (b) GGBFS.

**Table 1.** Oxide composition of BOF slag and GGBFS

Compounds [%]	BOF Slag	GGBFS
SiO <sub>2</sub>	8.80	39.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.27	12.50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23.28	1.00
CaO	41.07	37.50
MgO	5.25	5.00
SO <sub>3</sub>	1.74	0.30
K <sub>2</sub> O	0.01	0.20
Na <sub>2</sub> O	0.10	0.60
TiO <sub>2</sub>	0.20	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.65	-
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.15	-
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.53	-
ZnO	0.01	-
SrO	0.04	-
LOI	13.12	0.02

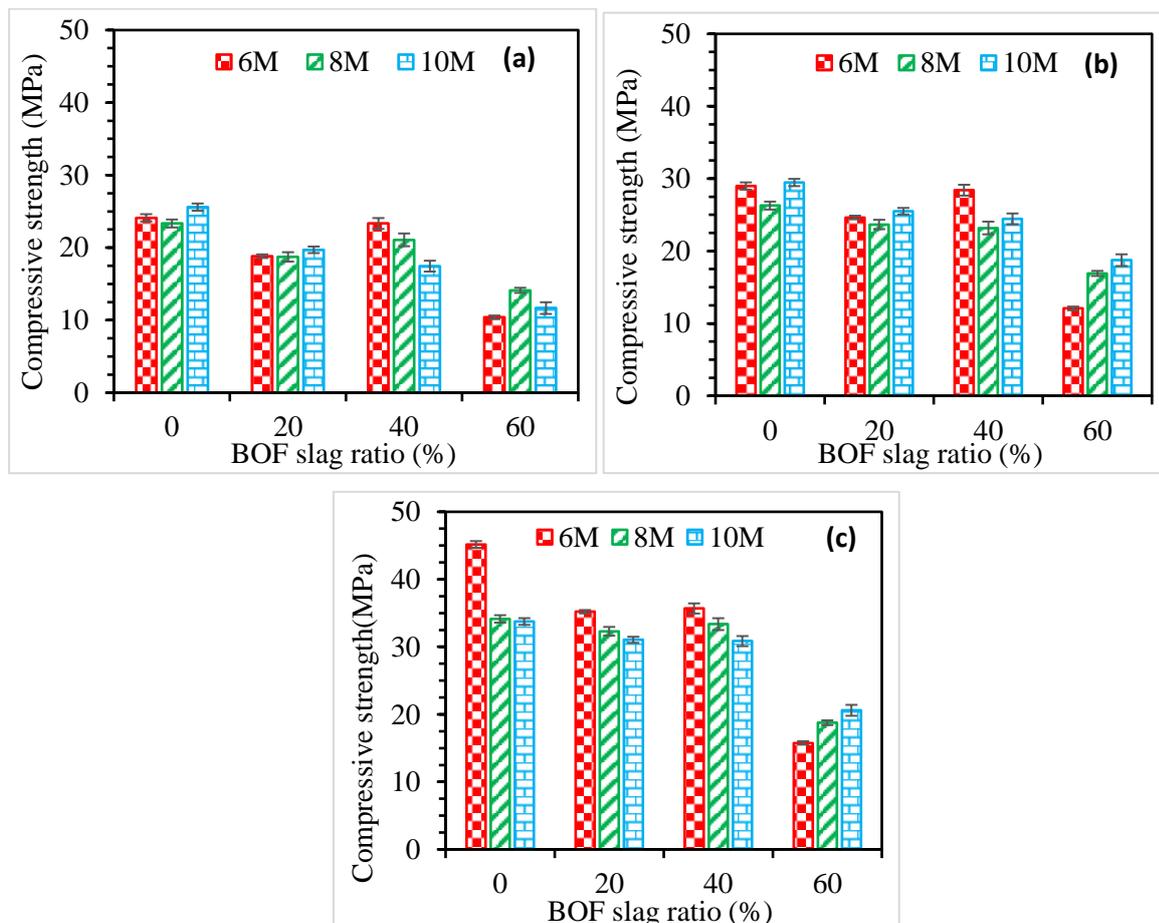
**Table 2.** Mix proportion

Code	Binder composition		w/b ratio	NaOH molarity
	BOF Slag	GGBFS		
B0-6	0	100	0.33	6
B0-8	0	100	0.33	8
B0-10	0	100	0.33	10
B20-6	20	80	0.33	6
B20-8	20	80	0.33	8
B20-10	20	80	0.33	10
B40-6	40	60	0.33	6
B40-8	40	60	0.33	8
B40-10	40	60	0.33	10
B60-6	60	40	0.33	6
B60-8	60	40	0.33	8
B60-10	60	40	0.33	10

## RESULTS AND DISCUSSION

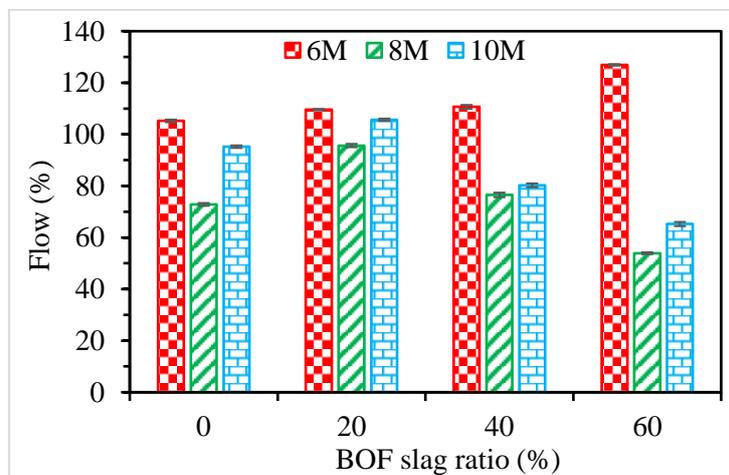
Figure 2 presents the compressive strength results of alkali-activated pastes (AAPs) at 3, 7, and 28 days, corresponding to different BOF slag replacement levels and NaOH molarities. It was observed that the compressive strength of all mixtures increased over time. The effect of NaOH molarity on compressive strength varied depending on the curing age and the proportion of BOF slag. For mixtures containing 0% and 20% BOF slag, compressive strength generally increased with higher NaOH molarity at 3 and 7 days. However, at 28 days, a consistent decrease in strength was noted with increasing molarity. In contrast, for AAP mixtures with 40% BOF slag, an increase in NaOH molarity resulted in a reduction in compressive strength at all curing ages. In mixtures containing 60% BOF slag, an increase in molarity up to 8 or 10 M led to improved strength at 3 and 7 days.

Overall, considering the 28-day results, an increase in NaOH molarity led to a decrease in compressive strength for mixtures containing up to 40% BOF slag. However, an opposite trend was observed in the mixtures with 60% BOF slag, where increasing molarity contributed to higher compressive strength. These contrasting trends are attributed to the synergistic interaction between the binder composition and the concentration of the alkaline solution, indicating the need for further investigation.



**Figure 2.** The compressive strengths of alkali-activated pastes at (a) 3, (b) 7, and (c) 28 days.

The flow values of the paste mixtures with varying BOF slag ratios and NaOH molarities are illustrated in Figure 3. For mixtures containing 6 M NaOH, the flow increased as the BOF slag ratio rose, with flow values ranging from 105% to 136%. In contrast, at higher molarities (8 M and 10 M), the flow of the pastes significantly decreased as the BOF slag content increased, especially beyond a 40% replacement level. The critical decline in workability began when the BOF slag content reached 40% combined with NaOH molarity of 8 or more. This reduction in workability is mainly attributed to the interaction between the alkaline solution and the binders, causing the pastes to become denser with higher NaOH molarity, which in turn lowers their flowability.



**Figure 3.** The flow table test results of the alkali-activated pastes.

## CONCLUSION

This paper investigated the effect of NaOH molarity and BOFS replacement ratio of industrial slag based alkali-activated paste mixes. Based on the test results, following conclusions can be drawn:

- The flow of the alkali-activated paste mixes containing 20% of BOF slag with 8 and 10 M of NaOH concentrations were higher than all other mixes and the flow values reduced gradually with the further incorporation of BOF slag. However, the flow of the mixes containing 6 M of NaOH continuously increased with increase in the BOF slag ratio.
- The compressive strength of the mixes containing 20% and 40% of he BOF slag achieved comparable values at 28 days for 6, 8 and 10 M. However, further inclusion of BOF slag significantly reduced the compressive strength.
- BOF slag can be efficiently utilized between 20 and 40% without causing significant reduction in the compressive strength. Therefore, this approach can be an alternative to the available methods of utilizing BOF slag which can consequently minimize the associated environmental problems.

## REFERENCES

- Kabay, N., Miyan, N., & Özkan, H. (2021). Utilization of pumice powder and glass microspheres in cement mortar using paste replacement methodology. *Construction and Building Materials*, 282, 122691.
- Kabay, N., Mert, M., Miyan, N., & Omur, T. (2021). Pumice as precursor in geopolymer paste and mortar. *Journal of Civil Engineering and Construction*, 10, 225–236.
- Ibrahim, K. I. M. (2021). Recycled waste glass powder as a partial replacement of cement in concrete containing silica fume and fly ash. *Case Studies in Construction Materials*, 15.
- Yildirim, I. Z., & Prezzi, M. (2011). Chemical, mineralogical, and morphological properties of steel slag. *Advances in Civil Engineering*, 2011, 1–13.
- Kabay, N., Miyan, N., & Özkan, H. (2021). Basic oxygen furnace and ground granulated blast furnace slag based alkali-activated pastes: Characterization and optimization. *Journal of Cleaner Production*, 327, 129483.
- Kim, S. H., Jeong, S., Chung, H., & Nam, K. (2020). Mechanism for alkaline leachate reduction through calcium carbonate precipitation on basic oxygen furnace slag by different carbonate sources: Application of NaHCO<sub>3</sub> and CO<sub>2</sub> gas. *Waste Management*, 103, 122–127.
- World Steel Association. (2020). *World Steel in Figures*. Brussels, Belgium: World Steel Association. Retrieved May 10, 2021, from [www.worldsteel.org](http://www.worldsteel.org)
- Belhadj, E., Diliberto, C., & Lecomte, A. (2014). Properties of hydraulic paste of basic oxygen furnace slag. *Cement and Concrete Composites*, 45, 15–21.
- Euroslag. (2018). Euroslag Statistics. Retrieved October 5, 2021, from <https://www.euroslag.com/products/statistics/statistics-2018/>
- Chaurand, P., Rose, J., Domas, J., & Bottero, J.-Y. (2006). Speciation of Cr and V within BOF steel slag reused in road constructions. *Journal of Geochemical Exploration*, 88, 10–14.
- Lee, W.-H., Cheng, T.-W., Lin, K.-Y., Lin, K.-L., Wu, C.-C., & Tsai, C.-T. (2020). Geopolymer technologies for stabilization of basic oxygen furnace slags and sustainable application as construction materials. *Sustainability*, 12, 5002.
- Ma, M., Mehdizadeh, H., Guo, M.-Z., & Ling, T.-C. (2021). Effect of direct carbonation routes of basic oxygen furnace slag (BOFS) on strength and hydration of blended cement paste. *Construction and Building Materials*, 304, 124628.
- Lin, Y., Yan, B., Shu, Q., & Fabritius, T. (2021). Synergetic valorization of basic oxygen furnace slag and stone coal: Metal recovery and preparation of glass-ceramics. *Waste Management*, 135, 158–166

## Investigation Of Tiger Stripes On Large Surface Area Polymer Parts Produced By Injection Molding Method

Beyzanur Erdem<sup>1</sup>, \*Kübilay Öztürk<sup>1,2</sup>

- 1) Tofas Turk Otomobil Fabrikası R&D Center, Bursa, Turkey
- 2) Yildiz Technical University Department of Metallurgical and Materials Engineering, Istanbul Turkey

---

### Özet

Geometrik olarak büyük yüzey alanlarına sahip olan parçalar uzun bir enjeksiyon akış yoluna sahiptir. Büyük enjeksiyon kalıplı bu parçalarda, tasarım ve malzemeden kaynaklanan adına kaplan şeridi de denilen akış çizgileri yaygın bir şekilde ortaya çıkan problemlerdir. Bu çalışmada, parça tasarımı, kalıp tasarımı, malzeme seçimi ve parçanın maliyet etkisi gibi ana nedenler incelenmiştir. Olası zaman gecikmelerini, maliyet etkisini ve parçanın kalite sorunlarını ve dolayısıyla algılanan kaliteyi ortadan kaldırmak için her bir nedeni kontrol etmek üzere önleyici yöntemler tanımlanmıştır. Bu yöntemler, tasarım sırasında doğrudan değişiklikleri veya kalıp yatırımlarına başlamadan önce alınabilecek risk önleyici eylemleri bir şekilde açıklamaktadır. Herhangi bir maliyet harcamadan ve herhangi bir zaman etkisi olmadan sorunu çözebilecek kalıp hazırlığından sonra süreç etkisinden ve olası çözümlerden bahsedilmiştir. Bu çözümler basınç ve sıcaklık değişimi, malzeme içerisindeki ilave katkıların kullanımı ve buna bağlı olarak akışın değiştirilmesi, kalıp üzerinde akış yönü değişiklikleri olarak sıralanabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Akış İzi, Polimer, Kalıp, Estetik Problem

---

### Abstract

Parts with geometrically large surface areas have a long injection flow path. In these large injection molded parts, flow lines, also called tiger stripes, are common problems caused by design and materials. In this study, the main causes such as part design, mold design, material selection and cost impact of the part are investigated. Preventive methods are identified to control each cause to eliminate potential time delays, cost impact and quality issues of the part and hence the perceived quality. These methods describe in some way the risk preventive actions that can be taken before starting direct changes or mold investments during design. Process impact and possible solutions are mentioned after mold preparation that can solve the problem without any cost expenditure and without any time impact. These solutions can be listed as pressure and temperature change, use of additional additives in the material and accordingly changing the flow, flow direction changes on the mold.

**Keywords:** Flow Line, Polymer, Mold, Aesthetical problem

---

## INTRODUCTION

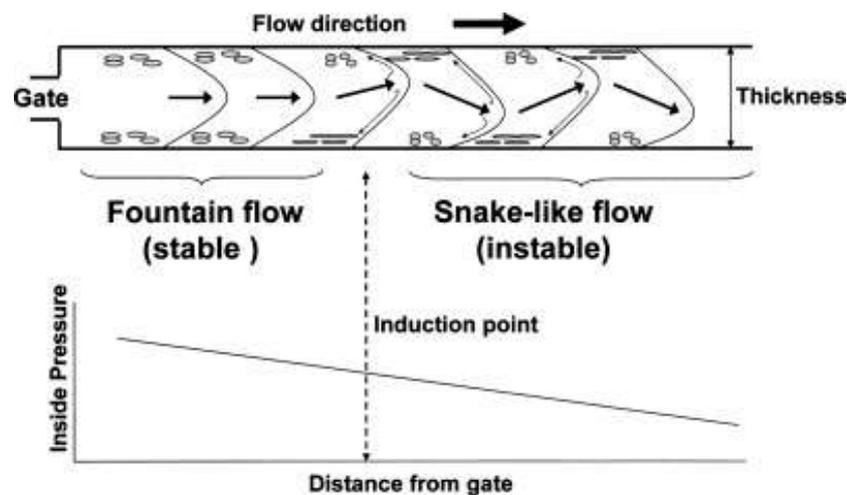
Polypropylene (PP) is one of the most widely used plastic materials in the plastics industry. It is used in a wide range of applications from automotive and aerospace to household applications with advanced engineering applications. The desired properties of a plastic such as high impact strength, hardness, or dimensional stability can be easily achieved with inorganic additives of PP. PP, which especially allows dimensional stability, is the most widely used polymer type in the production of parts such as bumpers and instrument panels with large surface areas in the automotive industry. Talc is one of the most widely used inorganic additive types. These polymer materials are generally produced by

injection molding. Injection molding is a faster method compared to other polymer final part production methods (Liang, Z. (2002); Spaleck, W. (1997)).

“Tiger Stripe”, also known as flow marks, is a type of defect that occurs on the surface of the material and causes a bad appearance of the part in terms of aesthetics. This defect, which usually occurs on parts with large surfaces, is widely encountered in the automotive industry.

This defect directly affects the PP/Talc ratio, which has a significant impact on not only mechanical but also industrial design and quality requirements in the automotive industry.

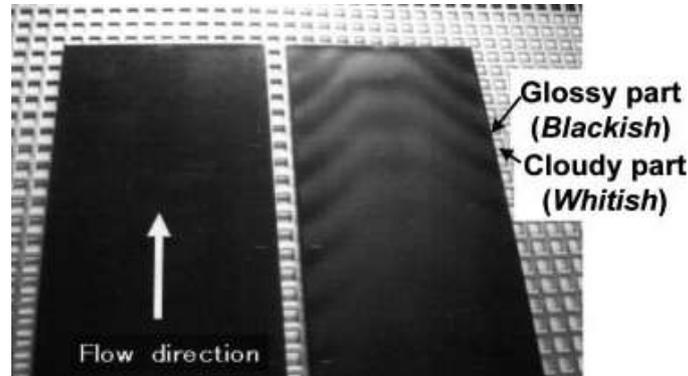
In order to obtain a high strength value from a PP part, the total additive ratio of elastomer (EPR) and talc should be <20%. However, the higher the proportion of EPR and talc, the worse the tiger stripe becomes. Therefore, the production of parts with large surface areas where both aesthetics and strength are required becomes difficult due to Tiger Stripe. Figure 1 shows the basic formation of Tiger Stripe (Obata, Y. and others (2001)).



**Figure 1.** Schematic representations of concept for induction of tiger stripe on the basis of an unstable snake-like flow (Hirano, K., Suetsugu, Y. and Kanai, T. (2007)).

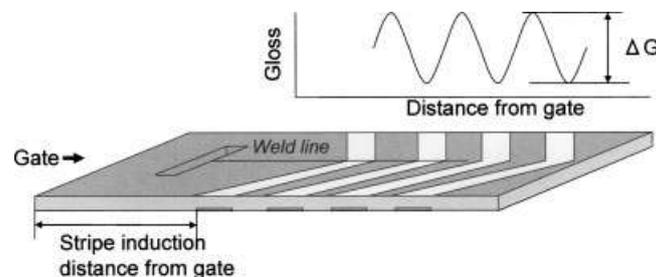
According to Figure 1, the material that first enters the runner hot will show a stable flow. After hitting the so-called nucleation zones, that is, the edges, cooling will occur and accordingly, the flow property will decrease with the heat and a transition to an unstable state will be made. This situation generally causes the formation of Tiger Stripe (Hirano, K., Suetsugu, Y. and Kanai, T. (2007))

The actual image of the flow traces after solidification is shown in Figure 2.



**Figure 2.** The Actual photos of tiger stripes (Hirano, K. and others (2008)).

When Figure 2 is examined, light is refracted in a wavy way from the surface of the Tiger stripe welded part and a wavy surface appears accordingly. Especially in aesthetic parts, this problem causes the parts to become unusable. Especially in automotive plastics, it is common for this defect to occur in areas far from the injection points in the production of large surface plastics. Apart from visual inspection, it is possible to detect tiger stripe conditions with regional gloss measurements, especially in large surface and aesthetic parts. Figure 3 shows the results of regional gloss measurements (Hirano, K. and others (2008)).



**Figure 3.** Schematic representation of the gloss measurement result of a part with Tiger Stripe (Hirano, K., Suetsugu, Y. and Kanai, T. (2007)).

When Gloss is measured in Tiger Stripe, which occurs as a result of moving away from the injection point until the end of stable flow, one region appears high gloss while the other region appears cloudy. This causes the aesthetics of the part to deteriorate.

Common methods to prevent Tiger Stripe are listed below.

1. Use a material with high fluidity
2. Avoiding large geometries and producing large parts with small geometries
3. Optimization of mold and runner design

MFI (melt flow index) or MFR (melt flow rate), which represents the movement of the melt in the mold and filling the mold, is an important parameter for the production of complex and large geometries. In

this study, tiger stripes that occur after injection in the instrumental panel top area, which has a large surface area in the vehicle, were investigated and various studies were carried out to eliminate them.

## **MATERIALS AND METHODS**

In this study, the most widely used automotive elastomer and talc doped polypropylene material was used. The Tiger Stripe investigation was carried out in the upper instrumental panel area of the vehicle. This aesthetic area is also a very suitable area for tiger stripe formation due to its large surface area. The Tiger stripe regions occurring on this surface area are shown in Figure 4.



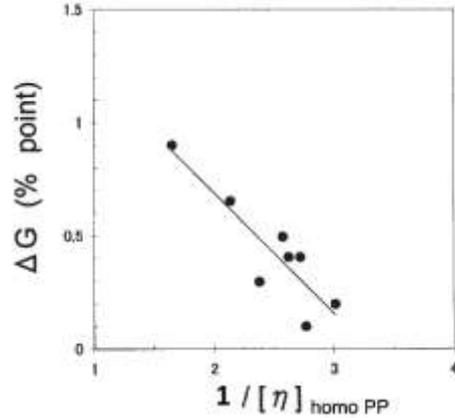
**Figure 4.** Tiger stripe in the upper instrumental panel area after injection

In order to prevent Tiger stripe, the mold runner design was changed and the material with a different flow value was changed. Since the runner design change would cause high costs, material change was realized as a solution. Accordingly, the grade of the material used was kept the same and a material with a high MFI value was used and re-injection trials were carried out.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

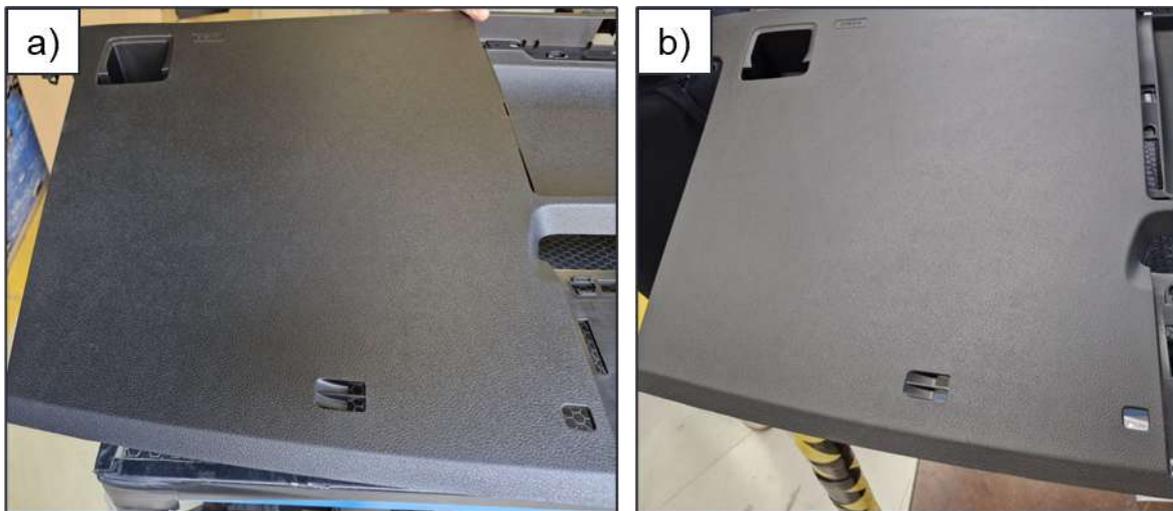
Injection trials with materials of different MFI values were successfully performed and the materials were successfully produced.

The selection of materials with different MFI values was made in order to reduce  $\Delta G$  in gloss measurements. As mentioned above, the tiger effect is expressed by  $\Delta G$  and if it is equal to 0, there will be no gloss difference and therefore no tiger effect will occur. The viscosity of the materials used directly affects the  $\Delta G$  of this part and the relationship between them is given in Figure 5.



**Figure 5.** Correlation between polymer viscosity and gloss (Hirano, K., Suetsugu, Y. and Kanai, T. (2007)).

When Figure 5 is examined, as the viscosity of the material in the melt decreases, the gloss difference in the part decreases and accordingly the tiger stripe formation disappears. Accordingly, polymer materials of the same grade with different flow values were used in the parts. An image of the parts produced at different flow rates is shown in Figure 6.



**Figure 6.** Tiger Stripe formed on the top of the instrumental panel **a)** produced with low MFI raw material **b)** produced with high MFI raw material

In the upper part of the Instrumental Panel, which was produced with a polymer with a high MFI value, it took a long time for the part to become unstable after injection, resulting in a low gloss difference. The Tiger Stripe formation on the part due to the low gloss difference was also eliminated.



## REFERENCES

Spaleck, W. (1997). Polypropylene Handbook. Polymerization, Characterization, Properties, Processing, Applications. Herausgegeben von E. P. Moore, Jr. Hanser-Gardner, Cincinnati, 1996. 419 S., geb. 136.00 \$.—ISBN 1-56990-208-9. *Angewandte Chemie*, 109(10), 1175.

<https://doi.org/10.1002/ange.19971091037>

Liang, Z. (2002). Toughening and reinforcing in rigid inorganic particulate filled poly(propylene): A review. *Journal of Applied Polymer Science*, 83(7), 1547-1555. <https://doi.org/10.1002/app.10052>

Obata, Y., Sumitomo, T., Ijitsu, T., Matsuda, M., & Nomura, T. (2001). The effect of talc on the crystal orientation in polypropylene/ethylene-propylene rubber/talc polymer blends in injection molding. *Polymer Engineering & Science*, 41(3), 408-416. <https://doi.org/10.1002/pen.10738>

Hirano, K., Suetsugu, Y., & Kanai, T. (2007). Morphological analysis of the tiger stripe on injection molding of polypropylene/ethylene-propylene rubber/talc blends dependent on based polypropylene design. *Journal of Applied Polymer Science*, 104(1), 192-199. <https://doi.org/10.1002/app.25393>

Hirano, K., Tamura, S., Obata, Y., & Kanai, T. (2008). Striped-pattern deterioration and morphological analysis of injection molding comprising polypropylene/ethylene- $\alpha$ -olefin rubber blends. II. Influence of heating. *Journal of Applied Polymer Science*, 108(1), 76-84. <https://doi.org/10.1002/app.27403>



# SPOR VE SAĞLIK BİLİMLERİ

## Spondilolistezi Nedeniyle Cerrahi Uygulanan Hastalarda Lomber Lordozdaki Preoperatif ve Postoperatif Değişimin Değerlendirilmesi

Yusuf Altuntaş<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>E-mail: dryusufaltuntas@gmail.com; Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul / Türkiye.

### Özet

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, spondilolistezi nedeniyle cerrahi tedavi uygulanan hastalarda global lomber lordoz açısındaki preoperatif ve postoperatif değişimleri daha geniş bir hasta grubu ve detaylı radyolojik ölçümler ile değerlendirmektir. Lomber lordozun restorasyonu, sagittal denge ve fonksiyonel sonuçlar açısından kritik bir parametredir

**Yöntemler:** 2015–2022 yılları arasında spondilolistezi nedeniyle posterior lomber spinal füzyon cerrahisi uygulanmış 68 hasta retrospektif olarak incelendi (42 kadın, 26 erkek; ort. yaş  $52,4 \pm 8,7$  yıl). Dahil edilme kriterleri: minimum 12 aylık postoperatif takip ve tam boyutlu lateral lomber grafiler. Global lomber lordoz (L1–S1 Cobb açısı) preoperatif ve postoperatif olarak ölçüldü. Fonksiyonel sonuçlar Oswestry Disability Index (ODI) ile değerlendirildi. İstatistiksel analiz için eşleştirilmiş t-testi kullanıldı;  $p < 0,05$  anlamlı kabul edildi.

**Bulgular:** Preoperatif ortalama lordoz  $41,8^\circ \pm 9,6^\circ$  iken, postoperatif ortalama  $48,5^\circ \pm 8,7^\circ$  bulundu ( $p < 0,001$ ). Meyerding grade II olgularda lordoz artışı daha belirgindi ( $p = 0,032$ ). ODI skorları preoperatif  $56,8 \pm 10,3$  iken, postoperatif  $29,1 \pm 9,2$ 'ye düştü ( $p < 0,001$ ).

**Sonuç:** Spondilolistezi cerrahisi global lomber lordozda anlamlı artış sağlamaktadır. Lordozun restorasyonu, sagittal dengeyi korumak ve fonksiyonel sonuçları iyileştirmek açısından önemlidir. Cerrahi planlamada sagittal dizilim parametrelerinin dikkate alınması önerilir.

**Anahtar Kelimeler:** Spondilolistezis, Lomber Lordoz, Cerrahi, Radyografi, Sagittal Denge

### Abstract

**Objective:** This study aimed to evaluate changes in global lumbar lordosis before and after surgical treatment in patients with spondylolisthesis. Restoration of lumbar lordosis is crucial for sagittal balance and functional outcomes.

**Methods:** A retrospective study included 68 patients (42 females, 26 males; mean age  $52.4 \pm 8.7$  years) undergoing posterior lumbar fusion between 2015–2022. Global lumbar lordosis (L1–S1 Cobb angle) was measured preoperatively and at 12-month follow-up. Functional outcomes were assessed with ODI. Statistical analysis used paired t-tests, Mann–Whitney U, and ANOVA, with  $p < 0.05$  considered significant.

**Results:** Preoperative mean lordosis was  $41.8^\circ \pm 9.6^\circ$ , postoperative  $48.5^\circ \pm 8.7^\circ$  ( $p < 0.001$ ). Meyerding grade II patients showed greater correction ( $7.2^\circ \pm 2.1^\circ$ ) than grade I ( $5.1^\circ \pm 1.8^\circ$ ,  $p = 0.032$ ). ODI scores improved from  $56.8 \pm 10.3$  to  $29.1 \pm 9.2$  ( $p < 0.001$ ). No gender differences observed.

**Conclusion:** Surgical treatment significantly improves global lumbar lordosis. Restoration of lordosis should be considered an essential surgical goal.

**Keywords:** Spondylolisthesis, Lumbar Lordosis, Surgery, Radiography, Sagittal Alignment

## GİRİŞ

Spondilolistezi, bir vertebranın komşu vertebra üzerinde öne kayması ile karakterizedir ve istmik, dejeneratif veya konjenital tiplerde görülür [1,2]. Erişkinlerde en sık dejeneratif ve istmik tipler görülmekte olup, bel ağrısı, radiküler semptomlar ve fonksiyonel kısıtlılık klinik tabloyu oluşturur [3]. Cerrahi tedavi, konservatif yöntemlerle yeterli yanıt alınamayan olgularda uygulanır [4].

Lomber lordoz, omurganın sagittal dengesi açısından kritik bir parametredir. Yetersiz lordoz restorasyonu postoperatif bel ağrısı, komşu segment dejenerasyonu ve implant başarısızlığı ile ilişkilendirilmiştir [5,6]. Cerrahi hedef yalnızca stabilizasyon değil, lordozun yeniden sağlanmasıdır [7]. Bu çalışma, geniş hasta serisi ile cerrahi öncesi ve sonrası global lomber lordozu radyolojik ve klinik sonuçlarla değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

## YÖNTEM

Çalışmaya 2015–2022 yılları arasında spondilolistezi nedeniyle posterior lomber spinal füzyon uygulanmış 68 hasta dahil edildi. Preoperatif ve postoperatif 12. ayda alınan lateral lomber grafiler üzerinden L1–S1 Cobb açısı yöntemi ile global lordoz ölçüldü. Ölçümler iki bağımsız gözlemci tarafından gerçekleştirildi; uyum ICC ile değerlendirildi. Fonksiyonel değerlendirme Oswestry Disability Index (ODI) ile yapıldı. Hasta alt grupları Meyerding derecesi ve cinsiyete göre analiz edildi. İstatistiksel analiz SPSS v25 kullanılarak yapıldı; eşleştirilmiş t-testi, Mann–Whitney U testi ve ANOVA uygulandı.

## BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen hastaların ortalama yaşı  $52,4 \pm 8,7$  yıl, 42'si kadın (%61,7), 26'sı erkek (%38,3) idi. Preoperatif ortalama lordoz  $41,8^\circ \pm 9,6^\circ$ , postoperatif ortalama  $48,5^\circ \pm 8,7^\circ$  olarak ölçüldü ( $p < 0,001$ ). Meyerding grade II hastalarda postoperatif lordoz artışı daha belirgindi ( $7,2^\circ \pm 2,1^\circ$  vs  $5,1^\circ \pm 1,8^\circ$ ,  $p = 0,032$ ). ODI skorları preoperatif  $56,8 \pm 10,3$  iken, postoperatif  $29,1 \pm 9,2$ 'ye geriledi ( $p < 0,001$ ).

Alt grup analizlerinde cinsiyetler arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p = 0,12$ ). Cerrahi seviyeye göre L4–S1 füzyonlarında lordoz kazanımı daha belirgindi ( $p = 0,04$ ).

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada spondilolistezi cerrahisi sonrası global lomber lordozda anlamlı artış elde edilmiştir. Bulgular literatürle uyumludur; Kim ve ark. [8] TLIF sonrası ortalama  $6,5^\circ$  lordoz artışı bildirmiştir. Glassman ve ark. [9] sagittal denge bozukluğunun klinik başarısızlıkla ilişkili olduğunu vurgulamıştır. Schwab ve ark. [10] ise lordoz kaybının yaşam kalitesi ile ilişkisini ortaya koymuştur. Lazennec ve ark. [11] omurga füzyonlarında lordozun fonksiyonel önemini göstermiştir. Hsieh ve ark. [12] TLIF ile posterolateral füzyon karşılaştırmasında lordoz kazanımının daha fazla olduğunu rapor etmiştir. Bu çalışmada da L4–S1 seviyesini kapsayan füzyonlarda daha belirgin lordoz artışı gözlenmiştir.

Çalışmanın kısıtlılıkları: retrospektif tasarım, sınırlı hasta sayısı ve yalnızca radyolojik ölçümlerin değerlendirilmiş olmasıdır. Güçlü yanları: homojen hasta grubu, fonksiyonel ve radyolojik verilerin birlikte sunulması.

## Sonuç

Spondilolistezi cerrahisi global lomber lordozda anlamlı artış sağlamaktadır. Bu kazanım sagittal denge ve fonksiyonel sonuçlar açısından önemlidir. Lordozun restorasyonu cerrahi planlamada öncelikli hedeflerden biri olmalıdır.

## KAYNAKÇA

1. Wiltse LL, Newman PH, Macnab I. Classification of spondylolysis and spondylolisthesis. Clin Orthop Relat Res. 1976;(117):23–29.
2. Moller H, Hedlund R. Surgery versus conservative management in adult isthmic spondylolisthesis: a prospective randomized study. Spine. 2000;25(13):1711–1715.
3. Schwab F, Patel A, Ungar B, Farcy JP, Lafage V. Adult spinal deformity—postoperative standing imbalance: how much can you tolerate? Spine. 2010;35(25):2224–2231.
4. Lazennec JY, Ramare S, Arafati N, et al. Sagittal alignment in lumbosacral fusion: relations between radiological parameters and pain. Eur Spine J. 2000;9(1):47–55.
5. Kim JS, Kang BU, Lee SH, et al. Radiographic and clinical results of transforaminal lumbar interbody fusion for degenerative spondylolisthesis. Spine. 2019;44(10):E573–E581.
6. Hsieh PC, Koski TR, O'Shaughnessy BA, et al. Anterior lumbar interbody fusion vs TLIF: implications for lordosis restoration. J Neurosurg Spine. 2007;7(4):379–386.
7. Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, Horton W, Berven S, Schwab F. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. Spine. 2005;30(18):2024–2029.
8. Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study. Spine. 2004;29(18):2049–2054.
9. Mac-Thiong JM, Parent S, Poitras B, et al. Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents. Eur Spine J. 2007;16(2):227–234.
10. Schwab F, Lafage V, Boyce R, et al. Gravity line analysis in adult volunteers: correlation with spinal and pelvic parameters. Spine. 2006;31(25):E959–E967.

## **Tek Taraflı Meme Cerrahisinde Ultrasonografi Eşliğinde Yapılan Erektör Spina Plan Bloğunun İntraoperatif Aneljezik Tüketimine Etkisi**

**Emine ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Mukadder ŞANLI<sup>2</sup>, Oya Olcay ÖZDEŞ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>E-mail: emine\_tip@hotmail.com; Bilkent Şehir Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Bölümü, Ankara/ Türkiye.

<sup>2</sup>E-mail: mukadder.sanli@inonu.edu.tr; İnönü Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Bölümü, Malatya/ Türkiye.

<sup>3</sup>E-mail: oyayillmaz@hotmail.com; Battalgazi Devlet Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Malatya/ Türkiye.

---

### **Özet**

**Amaç:** Bu çalışmada meme cerrahisine bağlı ağrı kontrolü için uygulanan erektör spina plan bloğunun (ESP) etkinliği araştırıldı.

**Materyal Metod:** Meme kanseri nedeniyle tek taraflı cerrahi geçiren, 68 kadın hasta mevcuttu. Bu hastalar cerrahi öncesi rastgele, ESP blok yapılan ve yapılmayan (kontrol grubu) olarak 2 gruba ayrıldı. İntraoperatif opioid tüketimi iki ayrı grup için değerlendirilip kaydedildi. Postoperatif ağrı skorlarının belirlenmesinde visüel ağrı skoru (VAS) ve postoperatif iyilik halini gösteren memnuniyet ölçeği uygulandı.

**Bulgular:** Demografik verileri açısından her iki grup benzerdi. İntraoperatif narkotik tüketiminde; Grup I'de remifentanil tüketimi daha azdı ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). VAS skoru ESP blok grubunda daha iyiydi ve hasta memnuyeti yine blok uygulanan hasta grubunda anlamlı derecede yüksekti ( $p<0,05$ ).

**Sonuç:** Meme cerrahisinde de ESP bloğu günümüzde popülaritesi artan bir yöntemdir. ESP blok uygulaması tecrübe gerektirmesine rağmen, komplikasyonlar açısından güvenlidir. Hedeflenen ağrı kontrolüne ulaşılır ve hastalar için postoperatif konfor sağlanır.

**Anahtar Kelimeler:** Analjezi, erektör spina plan bloğu, meme cerrahisi

---

### **Abstract**

**Aim:** This study aims to investigate the efficacy of erector spina plan block (ESP) for pain control after breast surgery.

**Material and Methods:** There were 68 female patients who underwent unilateral surgery for breast cancer. These patients were randomly divided into 2 groups before surgery, with and without ESP block (control group). Intraoperative opioid consumption was evaluated and recorded for two separate groups. Visual pain score (VAS) and satisfaction scale indicating postoperative well-being were used to determine postoperative pain scores.

**Results:** Both groups were similar in terms of demographic data. In intraoperative narcotic consumption, remifentanyl consumption was less in Group I, but this difference was not statistically significant ( $p>0.05$ ). VAS score was better in the ESP block group and patient satisfaction was significantly higher in the block group ( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** ESP block is an increasingly popular method in breast surgery. Although ESP block application requires experience, it is safe in terms of complications. Targeted pain control is achieved and postoperative comfort is provided for patients.

**Keywords:** Analgesia, erector spina plan block, breast surgery

## **GİRİŞ**

Onkolojik meme cerrahisi, meme kanseri insidansının gün geçtikçe artmasına bağlı olarak sık yapılan bir cerrahidir. Meme cerrahisinde analjezi yönetimi, cerrahi alanın geniş olması ve meme dokusu innervasyonunun karmaşık olmasından dolayı zordur. Nörofizyolojik olarak nosiseptif/inflamatuar ağrı doku hasarı nedeniyle oluşurken, nöropatik ağrı özellikle T2'den T6'ya kadar olan interkostal sinirlerden kaynaklanır merkezi ve periferik sinir hasarının bir sonucudur.(Pace et al., 2006)

Rejyonel anestezi teknikleri, cerrahi prosedürle ilişkili ağrının yönetimi için multimodal analjezinin bir bileşeni olarak yerini alır. Bu teknikler, cerrahi kesiden önce veya ameliyattan sonra tek bir enjeksiyon ya da sürekli bir kateter olarak, hem cerrahi prosedür için hem de postoperatif analjezi için uygulanır ((Chou et al., 2016; Wick et al., 2017)).

Son yıllarda fasial plan bloklarının klinik kullanımları oldukça yaygındır. Bunun nedeni nöroaksiyal ve paravertebral bloklara göre komplikasyon oranlarının düşük olmasıdır ((Chin, McDonnell, et al., 2017)).

İlk olarak 2016 yılında Forero(Forero et al., 2016)ve ark. tarafından kronik torasik nöropatik ağrı ve

torasik cerrahide postoperatif ağrı için uygulanmasından bu yana erektor spina plan bloğu (ESP) da rejyonel anestezi ve ağrı yönetiminde oldukça popülerdir. ESP blok abdominal, torasik ve meme cerrahisinde, torasik nöropatik ağrıda kullanılmış olup etkinliği gösterilmiştir.(Kot et al., 2019)

Biz de bu çalışmada; tek taraflı onkolojik meme cerrahisinde preoperatif ESP blok uygulamasının, intraoperatif dönemde opioid tüketimi üzerine etkisini araştırdık. Ayrıca postoperatif dönemde analjezik etkinliğini ve hasta memnuniyetini saptamayı amaçladık.

## YÖNTEM

Bu çalışmaya İnönü üniversitesi genel cerrahi kliniğinde, meme tümörü nedeniyle tek taraflı cerrahi geçirecek olan (1: lumpektomi, 2: lumpektomi+aksiller lenf nodu diseksiyonu, 3: modifiye radikal mastektomi, 4: basit mastektomi+ aksillar lenf nodu diseksiyonu ); ASA I-II, 18-65 yaş, 68 kadın hasta çalışmaya dahil edildi. Obesite ( vücut kitle indeksi  $>35$  kg/m<sup>2</sup> ), iğne giriş alanında enfeksiyon, kullanılacak ilaçlara bilinen allerji öyküsü, koagülopati ve opioid ilaç kullanım hikayesi olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Hastalar; bilgisayar tabanlı basit bir randomizasyon metoduna göre gruplandırıldı. USG eşliğinde preoperatif T4 vertebra hizasında ESP blok yapılanlar Grup I, blok yapılmadan cerrahiye alınanlar Grup II olarak adlandırıldı.

Blok iğnesi T4 spinal çıkıntı hizasından, in-plane yaklaşımı ile T4 spinöz procesin yaklaşık 3 cm lateralinde, parasagittal düzlemde yerleştirildi. İn-plane yaklaşımla transvers proces görüldükten sonra 50 mm faset iğnesi (B·Braun Sonoplex, Melsungen, Almanya) ile ciltten girilerek trapezius, rhomboid ve erektor spina kası fasyası ve transvers vertebra proces arasına test dozu %0,9 NaCl 1 ml verilerek yeri doğrulandı. Lokal anestetik olarak %0.5 bupivakain 20 ml kullanıldı. Lokal anesteziğin kranial ve kaudal yöne yayılımı izlendi.

Postoperatif ağrı değerlendirilmesi için; visüel ağrı skoru (VAS, 0: hiç ağrı yok, 10: Dayanılmaz şiddetde ağrı var ) istirahat ve hareket halindeyken 5, 15, 30, 60. dakika ve 2, 4, 6, 8, 16, 24. saatlerde değerlendirildi. VAS  $> 40$  olması durumunda 1 mg/ kg tramadol verildi. VAS değerlendirilmesi, total

morfin tüketimi, ek analjezik ihtiyacı ve dört skalalı subjektif hasta memnuniyet skoru ( 1: zayıf, 2: orta, 3: iyi, 4: mükemmel ) çalışma gruplarını bilmeyen bir anestezi uzmanı tarafından uygulandı.

## BULGULAR

Çalışmamıza 68 hasta dahil edildi. Demografik veriler açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi (**tablo 1**).

**Tablo 1.** Demografik veriler ve narkotik tüketim tablosu

Parametreler	Grup I (n=34)	Grup II (n=34)	P değeri
Yaş(yıl)	49.52 (85-27)	50.26 (75-32)	0.778
Boy(cm)	160.82 (173-150)	161.61 (172-155)	0.739
Ağırlık(kg)	68.5 (100-50)	70.41 (100-50)	0.476
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	26.08 (35-16)	26.50 (37-19)	0.863
Cerrahi Süre (dk.)	101.76 (170-50)	97.94 (160-55)	-
Anestezi Süre (dk.)	116.17 (180-60)	111.02 (200-60)	-
Remifentanil (mcg)	525.88 (1020-200)	588.23 (1080-160)	0.122
Toplam Morfin (mg)	4.73 (11-2)	20.58(32-12)	<b>0.000*</b>
ASA I/II	15/19	13/19	-
Cerrahi tip(1/2/3/4)	22/6/6/0	16/9/7/2	-

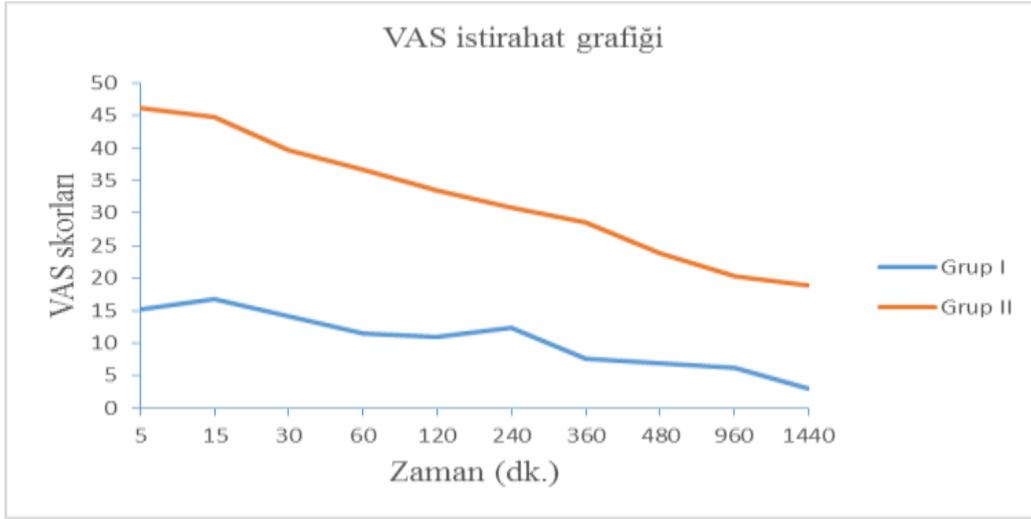
Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edildi. Cerrahi tipleri: 1=lumpektomi, 2=lumpektomi+aksiller lenf nodu diseksiyonu, 3= modifiye radikal mastektomi, 4= basit mastektomi+aksiller lenf nodu diseksiyonu olarak numaralandırıldı

İntraoperatif narkotik tüketimine bakıldığında Grup I'de remifentanil tüketimi daha az olup bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ) (**tablo1**)

Postoperatif narkotik tüketimi Grup I'de belirgin olarak daha az idi ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ) (tablo 1).

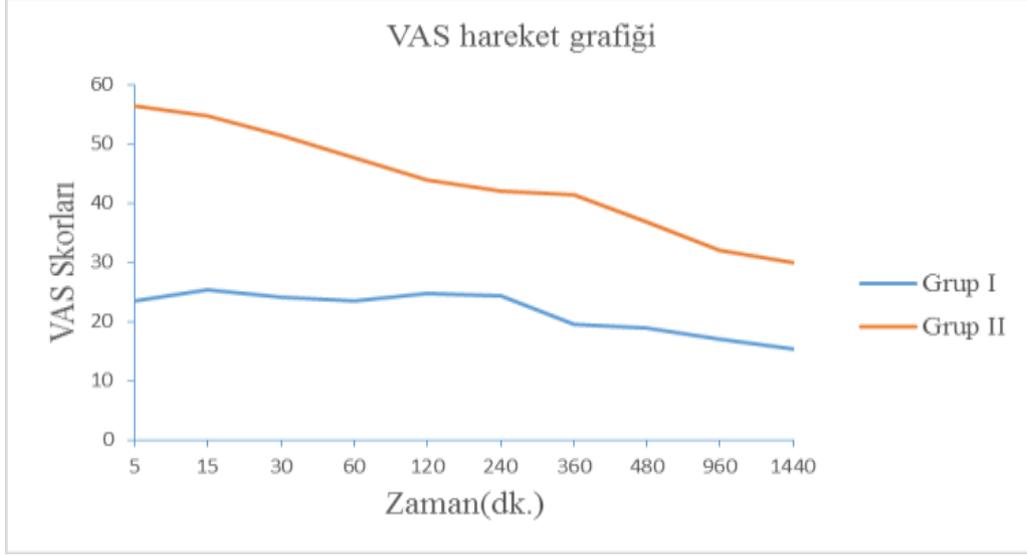
Her iki grupta istirahatteki VAS skorlarının postoperatif 5. dakika - 24. saat arası değerlendirilmesinde Grup I' deki skorlarda istatistiksel olarak anlamlı düşüklük saptandı ( $p<0,05$ ), (Resim 1).

**Resim 1.** Grupların postoperatif ilk 24 saatteki VAS skorlarının karşılaştırılması.



Hareket ile hissedilen ağrının VAS skoru yardımıyla değerlendirilmesinde de Grup I' de Grup II'ye kıyasla anlamlı olarak daha düşük skorların olduğu gözlemlendi ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). (Resim 2).

**Resim 2.** Grupların postoperatif ilk 24 saatte hareket ile VAS skorlarının değerlendirilmesi.



Grup I’de Grup II’ye kıyasla ek analjezik gereksinimi istatistiksel olarak anlamlı ölçüde düşük bulundu ( $p<0,05$ ) (**Tablo 2**).

**Tablo 2.** Ek analjezik ihtiyacı

	Grup I (n=34)	Grup II (n=34)
Analjezik ihtiyacı var	9 (%26.5)	29 (%85.3)*
Analjezik ihtiyacı yok	25 (%73.5)	5 (%14.7)

Veriler sayı ( %’lik oran) olarak verilmiştir. \*Grup II’de ek analjezik ihtiyacı anlamlı ( $p<0,05$ ).

Hasta memnuniyet skorlarında Grup I’de daha yüksek memnuniyet değerlerinin olduğu görüldü. Bu oranlar istatistiksel olarak da anlamlıydı ( $p<0,05$ )(**tablo 3**).

**Tablo 3.** Hasta memnuniyet skoru

Hasta memnuniyet skoru	Grup I (n=34)	Grup II (n=34)
1	0 (%0)	4 (%11.8)
2	1 (%2.9)	27 (%79.4)
3	9 (%26.5)	3 (%8.8)
4	24 (%70.6)*	0 (%0)

Veriler sayı ve yüzdelik oran olarak verilmiştir. Hasta memnuniyet skoru; (1=Kötü, 2=orta, 3=iyi, 4=mükemmel). \*Grup I de hasta memnuniyeti skorları anlamlı derecede yüksekti. ( $p<0,05$ ).

## SONUÇVE TARTIŞMA

Erektör spina plan bloğu, sıklıkla kullanıldığı meme cerrahisinde postoperatif analjezi için preoperatif dönemde uygulanan bir blok çeşididir. Çalışmamız da ESP bloğun intraoperatif dönemde narkotik analjezik tüketiminde istatistiksel olarak fark oluşturmamasına rağmen, bu ihtiyacı azalttığı; postoperatif dönemde ise morfin tüketimini ve ek analjezik ihtiyacını azaltıp, hasta memnuniyetini arttırdığını gösterir.

Leong ve ark' nın yaptığı bir meta-analiz, genel anesteziden önce yapılan ESP bloğunun, postoperatif opioid kullanımını azaltmada ve ameliyattan 24 saat sonra VAS skorunu düşürmede etkili olduğunu göstermiştir. Mevcut çalışma, genel anesteziden önce modifiye edilmiş tek doz ESP bloğu yapılan 65 hastada, genel anestezi ile birlikte uygulanmasının faydalarını vurgulamıştır. Bu hastaların hepsinin intraoperatif genel anestezi dozları azalmış ve daha düşük VAS skorları bulunmuştur. Ayrıca, perioperatif opioid dozu azalmış ve endotrakeal tüpün çıkarılması için gereken süre kısalmıştır (Leong et al., 2021).

Gürkan ve ark (Gürkan et al., 2018)'nın meme cerrahisi geçirecek hastalarda yaptığı prospektif randomize kontrollü bir çalışmada; preoperatif olarak yapılan ESP blokta, T4 seviyesinde ve %0,25 20

ml bupivakain uygulanmıştır. Cerrahi bitiminde 100 mg tramadol ve 1 gr parasetamol iv olarak uygulanmış, hastalar morfinli HKA ile postoperatif izlenmiştir. 24 saatlik morfin tüketimini ESP blok yapılan grupta  $5.76 \pm 3.8$  mg ve kontrol grubunda  $16.6 \pm 6.92$  mg olarak bulunmuştur. ESP blokun morfin tüketimini belirgin şekilde azalttığını saptamışlar. Bizim çalışmamızda ise; total morfin tüketimi ESP grubunda 4.73 mg, kontrol grubunda ise 20,58 mg saptandı. Çalışmamızın sonuçlarının Gürkan ve ark.'nın çalışmalarıyla örtüşmesinin yanında, postoperatif analjezi için tramadol da kullanmalarına rağmen, morfin tüketim miktarında farklılık görülmüştür. Morfin tüketim miktarımızın farklı olmasında; Gürkan ve ark.'nın % 0.25'lik ,bizim ise % 0.5'lik bupivakain kullanmamızın rol oynadığını düşünmekteyiz (Gürkan et al., 2018). Nitekim Altıparmak ve ark.(Altıparmak et al., 2019), bupivakain %0,375 ile ESP bloğunun akut mastektomi sonrası ağrıyı azaltmada bupivakain %0,25'ten üstün olup olmadığını belirlemek için yaptıkları çalışma da, daha yüksek dozda lokal anestezi verilen grubun ağrı skorunda önemli bir azalma olduğunu ve ayrıca ameliyat sonrası tramadol tüketiminin azaldığını bulmuşlardır.

Rejyonel anestezinin meme cerrahisi alanı uygulamalarında, hasta memnuniyetine de odaklanan sistematik bir literatür incelemesinde, lumpektomi/mastektomi cerrahisine bağlı ağrı yönetiminde memnuniyet oranı en az %92 idi ve plasebo grubuna göre bu durum yüksekti (Sansone et al., 2020). Bu çalışmalarda hasta memnuniyet analizi, pektoral bloklar, yaraya LA infiltrasyonu, serratus anterior plan bloklarında incelenmiştir (Cros et al., 2018; Ferreira Laso et al., 2014; Wang et al., 2019). Biz ise çalışmamızda ESP blok uygulanan ve uygulanmayan hastaları hasta memnuniyeti açısından karşılaştırdık ve uyguladığımız grupta hasta memnuniyet skorlarımızın anlamlı derecede yüksek olduğunu bulduk.

Meme cerrahisi için ESP blok T4 veya T5 seviyelerinden tercih edilir. Bonvinci ve ark.(Bonvicini et al., 2018) bilateral meme cerrahisinde, her bir taraf için T5 düzeyinden, 75 mg ropivakain, 16 mg mepivakainden oluşan toplam 23 ml volüm vermişlerdir. Bizimle benzer olarak intraoperatif

remifentanil ve propofol ile TİVA uyguladıkları hastalarda postoperatif ağrı skorlarında giderek azalan değerler saptamışlar ve postoperatif ağrının sık olduğu meme cerrahilerinde multimodal analjezinin bir parçası olarak ESP bloğun etkin bir analjezi sağlayacağını belirtmişlerdir. Meme cerrahisinde ESP bloğun kullanıldığı bir diğer olguda yine bizden farklı olarak T5 torasik vertebra hizasından blok yapılmıştır (Veiga et al., 2018). %0.5'lik levobupivakain ile 20 ml volüm verilen olguda, ağrı skorlarında belirgin azalma ve uyku kalitesinde artış saptanmıştır. Bizde Gürkan ve ark<sup>8</sup> gibi T4 seviyesinden blokları uyguladık. Her iki seviyede de meme cerrahisi için etkin bir analjezi sağlandığı gösterilmiştir.

ESP bloğun uygulama seviyesi elbetteki cerrahi bölgeye bağlı olarak değişir, literatürde meme cerrahisinde T4 seviyesi ve kraniyo-kaudal yöne iğne yönlendirilmesi tercih edilmiştir.(Gürkan et al., 2018) Göğüs duvarı cerrahileri için T5 seviyesi kraniyo-kaudal yönde tercih edilirken, abdomen cerrahisinde T7 kaudo-kraniyel iğne yönü tercih edilmiştir(Jain et al., 2018). ESP blok yapılırken; hastanın uyumu ve anesteziistin tecrübesi önemlidir. Oturur, yan ve prone pozisyonlar tercih edilebilir(Jain et al., 2018; Kumar et al., 2018). Biz uygulamalarımızda, memede kitle nedeniyle klavuz tel ile radyolojik işaretleme yapılanlarda hastanın rahat pozisyon verebilmesi ve standardizasyonun sağlanabilmesi açısından blok yapılacak taraf üste gelecek şekilde lateral-dekübit pozisyona aşınayız.

Fasial plan bloklarının etkinliği lokal anesteziğin yayılımına ve hedeflenen sinirlerin anatomik seyrine bağlı olup duyuşal blokajın kapsamı değişkendir. Buna bağlı olarak ESP blokta kullanılacak lokal anesteziik dozu ve miktarı ile ilgili kesin bir bilgi olmamasına rağmen özellikle bilateral bloklarda sistemik toksisite göz önünde bulundurularak doz ayarlaması yapılmalıdır. Bir kadavra modelinde radyolojik görüntüleme, T5 transvers çıkıntısı seviyesinde tek bir enjeksiyonun C7 ve T8 arasında kraniyo-kaudal yayılma sağladığını ve gözlemlenen kapsamlı duyuşal bloğu açıkladığını göstermiştir.(Forero et al., 2016) Ayrıca Chin ve arkadaşlarının yürüttüğü bir pilot çalışmada, ESP bloğun T7 transvers prosesi seviyesinden enjeksiyondan sonra gerçekten etkili abdominal analjezi

sağlayabileceği gösterilmiş, taze bir kadavra modelinde de enjekte edilen maddenin L2-L3 transvers prosese kadar kaudal yayılımı ve hastalardan birinde de T6'dan T12'ye kadar duyuşal blok belgelenmiştir.(Chin, Adhikary, et al., 2017) Lokal anestezinin yaklaşık olarak kranial olarak üç vertebral seviyede ve kaudal olarak dört seviyede yayılım sağlaması beklenmektedir.

ESP bloğu 2016 yılında kullanıma girdiğinden bu yana çeşitli çalışmalarda, blok prosedürleri için farklı konsantrasyonlarda bupivakain, ropivakain, lidokainve daha birçok çeşit lokal anestetik ve adjuvanlar kullanılmıştır.(Altıparmak et al., 2019; Bonvicini et al., 2018; Cao et al., 2024; Chin, Adhikary, et al., 2017; Kumar et al., 2018; Tulgar et al., 2018; Veiga et al., 2018) Kumar ve ark. (Kumar et al., 2018) meme cerrahisinde lipozomal bupivakain kullanmışlardır. Cao ve ark(Cao et al., 2024)mastektomi geçiren hastalarda ropivakain-hidromorfon kombinasyonu ile ESP blok uygulamışlardır. Biz de çalışmamızda ESP blokda sık tercih edilen ajan olması ve uzun etki süresi nedeniyle % 0.5lik bupivakainin yeterli olduğunu gördük.

Sonuç olarak; ultrason kılavuzluğundaki bölgesel sinir blokları artık, multimodal analjezinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu çalışmada T4 seviyesinde 20 ml %0,5bupivakain ile yapılan ESP bloğun postoperatif analjezik tüketimini azaltmış, hasta memnuniyetini arttırmıştır. ESPB, nispeten uygulama kolaylığı ve düşük yan etki profili ile birçok kliniğın rutin pratiğinde yerini almıştır.

## KAYNAKÇA

Altıparmak, B., Korkmaz Toker, M., Uysal, A. İ., & Gümüş Demirbilek, S. (2019). Comparison of the efficacy of erector spinae plane block performed with different concentrations of bupivacaine on postoperative analgesia after mastectomy surgery: Ramdomized, prospective, double blinded trial. *BMC Anesthesiology*, 19(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s12871-019-0700-3>

Bonvicini, D., Tagliapietra, L., Giacomazzi, A., & Pizzirani, E. (2018). Bilateral ultrasound-guided erector spinae plane blocks in breast cancer and reconstruction surgery. *Journal of Clinical Anesthesia*, 44, 3–4. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2017.10.006>



- Cao, X., Bao, M., Ma, Y., Ren, J., Ma, W., Bao, Y., Ma, C., Sui, X., & Nie, Y. (2024). Hydromorphone combined with ropivacaine for erector spinae plane block in patients undergoing modified radical mastectomy: A prospective randomized controlled trial. *Medicine*, *103*(26), e38758. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000038758>
- Chin, K. J., Adhikary, S., Sarwani, N., & Forero, M. (2017). The analgesic efficacy of pre-operative bilateral erector spinae plane (ESP) blocks in patients having ventral hernia repair. *Anaesthesia*, *72*(4), 452–460. <https://doi.org/10.1111/anae.13814>
- Chin, K. J., McDonnell, J. G., Carvalho, B., Sharkey, A., Pawa, A., & Gadsden, J. (2017). Essentials of Our Current Understanding: Abdominal Wall Blocks. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, *42*(2), 133–183. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000545>
- Chou, R., Gordon, D. B., de Leon-Casasola, O. A., Rosenberg, J. M., Bickler, S., Brennan, T., Carter, T., Cassidy, C. L., Chittenden, E. H., Degenhardt, E., Griffith, S., Manworren, R., McCarberg, B., Montgomery, R., Murphy, J., Perkal, M. F., Suresh, S., Sluka, K., Strassels, S., ... Wu, C. L. (2016). Management of Postoperative Pain: A Clinical Practice Guideline From the American Pain Society, the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, and the American Society of Anesthesiologists' Committee on Regional Anesthesia, Executive Committee, and Administrative Council. *The Journal of Pain*, *17*(2), 131–157. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2015.12.008>
- Cros, J., Sengès, P., Kaprelian, S., Desroches, J., Gagnon, C., Labrunie, A., Marin, B., Crépin, S., Nathan, N., & Beaulieu, P. (2018). Pectoral I Block Does Not Improve Postoperative Analgesia After Breast Cancer Surgery: A Randomized, Double-Blind, Dual-Centered Controlled Trial. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, *43*(6), 596–604. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000779>
- Ferreira Laso, L., Lopez-Picado, A., Lamata, L., Ceballos Garcia, M., Ibañez López, C., Pipaon Ruilope, L., Lamata Hernandez, F., Antoñanzas Villar, F., Valero Martinez, C., Aizpuru, F., & Hernanz Chaves, R. (2014). Postoperative Analgesia by Infusion of Local Anesthetic into the Surgical Wound after Modified Radical Mastectomy: A Randomized Clinical Trial. *Plastic and Reconstructive Surgery*, *134*(6), 862e. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000000762>
- Forero, M., Adhikary, S. D., Lopez, H., Tsui, C., & Chin, K. J. (2016). The Erector Spinae Plane Block: A Novel Analgesic Technique in Thoracic Neuropathic Pain. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, *41*(5), 621–627. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000451>
- Gürkan, Y., Aksu, C., Kuş, A., Yörükoğlu, U. H., & Kılıç, C. T. (2018). Ultrasound guided erector spinae plane block reduces postoperative opioid consumption following breast surgery: A randomized controlled study. *Journal of Clinical Anesthesia*, *50*, 65–68. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2018.06.033>
- Jain, K., Jaiswal, V., & Puri, A. (2018). Erector spinae plane block: Relatively new block on horizon with a wide spectrum of application - A case series. *Indian Journal of Anaesthesia*, *62*(10), 809–813. [https://doi.org/10.4103/ija.IJA\\_263\\_18](https://doi.org/10.4103/ija.IJA_263_18)



- Kot, P., Rodriguez, P., Granell, M., Cano, B., Rovira, L., Morales, J., Broseta, A., & Andrés, J. D. (2019). The erector spinae plane block: A narrative review. *Korean Journal of Anesthesiology*, 72(3), 209–220. <https://doi.org/10.4097/kja.d.19.00012>
- Kumar, A., Hulsey, A., Martinez-Wilson, H., Kim, J., & Gadsden, J. (2018). The Use of Liposomal Bupivacaine in Erector Spinae Plane Block to Minimize Opioid Consumption for Breast Surgery: A Case Report. *A&A Practice*, 10(9), 239–241. <https://doi.org/10.1213/XAA.0000000000000674>
- Leong, R. W., Tan, E. S. J., Wong, S. N., Tan, K. H., & Liu, C. W. (2021). Efficacy of erector spinae plane block for analgesia in breast surgery: A systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia*, 76(3), 404–413. <https://doi.org/10.1111/anae.15164>
- Pace, M. C., Mazzariello, L., Passavanti, M. B., Sansone, P., Barbarisi, M., & Aurilio, C. (2006). Neurobiology of pain. *Journal of Cellular Physiology*, 209(1), 8–12. <https://doi.org/10.1002/jcp.20693>
- Sansone, P., Giaccari, L. G., Faenza, M., Di Costanzo, P., Izzo, S., Aurilio, C., Coppolino, F., Passavanti, M. B., Pota, V., & Pace, M. C. (2020). What is the role of locoregional anesthesia in breast surgery? A systematic literature review focused on pain intensity, opioid consumption, adverse events, and patient satisfaction. *BMC Anesthesiology*, 20(1), 290. <https://doi.org/10.1186/s12871-020-01206-4>
- Tulgar, S., Selvi, O., & Kapakli, M. S. (2018). Erector Spinae Plane Block for Different Laparoscopic Abdominal Surgeries: Case Series. *Case Reports in Anesthesiology*, 2018(1), 3947281. <https://doi.org/10.1155/2018/3947281>
- Veiga, M., Costa, D., & Brazão, I. (2018). Erector spinae plane block for radical mastectomy: A new indication? *Revista Espanola De Anestesiologia Y Reanimacion...*, 65(2), 112–115. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2017.08.004>
- Wang, W., Song, W., Yang, C., Sun, Q., Chen, H., Zhang, L., Bu, X., Zhan, L., & Xia, Z. (2019). Ultrasound-Guided Pectoral Nerve Block I and Serratus-Intercostal Plane Block Alleviate Postoperative Pain in Patients Undergoing Modified Radical Mastectomy. *Pain Physician*, 22(4), E315–E323.
- Wick, E. C., Grant, M. C., & Wu, C. L. (2017). Postoperative Multimodal Analgesia Pain Management With Nonopioid Analgesics and Techniques: A Review. *JAMA Surgery*, 152(7), 691–697. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2017.0898>

## Atletizm Sporcularının Algılanan Stres Düzeylerinin Durumsallık Ve Sürekli Kaygının Performans Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Roja ARSLANTOSUN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>E-mail: rojaarslntsn@gmail.com; Batman Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Bölümü, Batman / Türkiye.

---

### Özet

Bu araştırma, atletizm sporcularının algıladıkları stres ile durumluk ve sürekli kaygı düzeylerinin performansa etkisini incelemek amacıyla nicel yöntem ve betimsel tarama modeliyle yapılmıştır. Çalışmaya 319 sporcu (164 kadın, 155 erkek) katılmış; veriler Durumluk-Sürekli Kaygı Envanteri ve Algılanan Stres Ölçeği ile toplanmıştır. Kaygı puan ortalaması  $99,02 \pm 7,48$ , algılanan stres puanı  $30,53 \pm 6,41$  olarak bulunmuştur. Analizler SPSS 22.0’da t-testi, ANOVA ve Pearson korelasyon ile yapılmıştır. Cinsiyet değişkeninde stres algısı ( $p=0,031$ ) ve algılanan stres toplam puanında ( $p=0,049$ ) anlamlı fark saptanmış; kadınlar daha yüksek değerler almıştır. Spor yaşı ile durumluk kaygı arasında anlamlı ilişki bulunmuş ( $p=0,020$ ), 3-4 yıl spor yapanlar daha düşük kaygı göstermiştir. Korelasyon analizi kaygı ile stres arasında pozitif, zayıf düzeyde ilişki göstermiştir ( $r=0,169$ ;  $p=0,002$ ). Öneriler arasında psikolojik danışmanlık, gevşeme teknikleri ve mindfulness uygulamaları yer almaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** v Atletizm, Stres, Durum, Kaygı, Okul Sporları.

---

### Abstract

This study aimed to examine the effect of perceived stress and state-trait anxiety levels on athletic performance among track and field athletes using a quantitative descriptive survey model. The sample consisted of 319 athletes (164 females, 155 males). Data were collected using the State-Trait Anxiety Inventory (STAI) and the Perceived Stress Scale (PSS). The mean anxiety score was  $99.02 \pm 7.48$ , and the perceived stress score was  $30.53 \pm 6.41$ . Data were analyzed with SPSS 22.0 using t-test, ANOVA, and Pearson correlation. Significant differences were found in perceived stress ( $p=0.031$ ) and total stress scores ( $p=0.049$ ) by gender, with females reporting higher levels. A significant difference in state anxiety by sports experience ( $p=0.020$ ) indicated lower anxiety in athletes with 3–4 years of practice. Correlation analysis showed a positive but weak relationship between anxiety and stress ( $r=0.169$ ;  $p=0.002$ ). Recommendations include psychological counseling, relaxation techniques, and mindfulness training.

**Keywords:** Athletics, Stress, Situation, Anxiety, School Sports.

---

### GİRİŞ

Bu çalışma, sporcuların algılanan stres ve kaygı düzeylerinin performans üzerindeki etkilerini ve ilgili bireysel ile çevresel faktörleri incelemektedir. Spor psikolojisi literatürüne göre stres; antrenman ve müsabaka süreçlerinde belirsizlik, rekabet ve sosyal beklentilerle ortaya çıkan zihinsel-duygusal baskıdır (Sağel Çetiner vd., 2018; Cress ve Lampman, 2007). Yüksek stres, takım uyumu ve etik davranışları olumsuz etkileyebilir; bu nedenle antrenörler ve spor psikologlarının etkili başa çıkma stratejileri geliştirmesi önemlidir. Kaygı ise durumluk (anlık) ve sürekli (kalıcı) olarak ayrılır; her ikisi de performansı etkiler. Özellikle yüksek sürekli kaygı dikkat ve motivasyonu zayıflatır (Akhunlar vd.,

2020). Bu nedenle sporcular için bireyselleştirilmiş psikolojik destek sistemleri gereklidir (Aydın ve Demirtaş, 2020; Yu vd., 2024).

Psikolojik dayanıklılık, sporcuların baskı altında motivasyonlarını korumasında kritik bir faktördür (Fletcher & Sarkar, 2012). Dayanıklılık ve başa çıkma stratejileri, antrenman memnuniyetiyle birleşerek kaygıyı azaltabilir (Rees vd., 2016; Polat & Güneş, 2021). Antrenörün otoriter tutumu kaygı ve tükenmişliği artırırken, destekleyici yaklaşım dayanıklılığı güçlendirir (Helmstetter, 1996). Kişilik özellikleri, özellikle duygusal denge ve dışadönüklük, stres tepkilerini belirler (Üngür & Karagözoğlu, 2021). Bilişsel esneklik ve farkındalık ise uyumu ve duygu düzenlemeyi kolaylaştırarak baskı altındaki kararları dengeler (Kul & Alkan, 2005; Ergin & Çakır, 2023). Durumluk kaygı özellikle müsabaka öncesi yoğun yaşanır; esneklik ve farkındalık bu etkiyi azaltabilir (Başaran vd., 2009). Bu araştırma, atletizm sporcularında stres, durumluk ve sürekli kaygı düzeyleri ile performans arasındaki ilişkileri incelemeyi amaçlamaktadır.

### **Problem Durumu**

Atletizm sporcularının hem antrenman hem de yarışma dönemlerinde karşılaştıkları çeşitli fiziksel, zihinsel ve çevresel stres faktörlerinin; bu sporcuların algıladıkları stres düzeyi ile birlikte durumsallık (belirli bir anda ortaya çıkan geçici kaygı) ve sürekli (kişilik yapısına bağlı olarak kalıcı özellik gösteren) kaygı düzeyleriyle ilişkisinin, sportif performans üzerinde çeşitli problemlere yol açabileceği düşünülmektedir. Bu durum, bireysel performansı etkileyen psikolojik değişkenlerin daha iyi anlaşılmasını gerekli kılmakta ve sporcuların zihinsel dayanıklılıklarını artırmaya yönelik psikolojik destek programlarının geliştirilmesine olan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

### **Araştırmanın Problem Cümlesi**

Atletizm sporcularının algıladıkları stres düzeyi ile durumsallık ve sürekli kaygı düzeylerinin sportif performansları üzerinde nasıl bir etkisi vardır?

### **Araştırmanın Amacı**

Bu çalışma, atletizm sporu ile ilgilenen sporcuların algıladıkları stres düzeylerini ve maç esnasında yaşamış oldukları durumsallık kaygı düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından analiz ederek, bu iki değişken arasındaki ilişkiyi anlamamıza yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

## **YÖNTEM**

### **Araştırmanın Metodolojisi**

Bu araştırma, Türkiye Atletizm Federasyonu'nun faaliyet programlarında yer alan bölgesel ve ulusal düzeydeki yarışmalara katılan sporcular üzerinde yürütülen bir nicel çalışmadır. Araştırmada, nicel yöntemlerden betimsel tarama modeli kullanılmıştır. Bu model, mevcut durumu bireylerin görüşlerine ya da belirli ölçütlere göre olduğu gibi tanımlamayı amaçlayan bir yaklaşımdır (Creswell,

2012; Karasar, 2014). Çalışmanın evrenini söz konusu yarışmalara katılan kadın ve erkek sporcular oluştururken, örneklem demografik çeşitlilik göz önünde bulundurularak saha çalışmaları sırasında belirlenmiştir.

### Araştırma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2024-2025 sezonunda düzenlenen Okullararası Puanlı Atletizm Yarışmaları'nda Gaziantep, Osmaniye, Bursa, Denizli ve Sivas illerinde aktif olarak atletizm branşlarında (koşular, atmalar, atlamalar vb.) yer alan sporcular oluşturmaktadır. Katılımcılar basit tesadüfi örnekleme ile seçilmiş olup, okul, kulüp ve ferdi düzeyde yarışmalara katılan sporculardan meydana gelmektedir. Dağılım, Osmaniye Ortaokul Bölge Yarışması'nda 161 kız ve 151 erkek, Gaziantep Lise Bölge Yarışması'nda 214 kız ve 244 erkek, Denizli Ortaokul Türkiye Finali'nde 327 kız ve 305 erkek, Sivas Lise Türkiye Finali'nde 267 kız ve 288 erkek şeklindedir. Analizlerde ağırlık okul yarışmalarına katılan sporcular üzerinde olduğundan, bulgular bu bağlamda yorumlanmalıdır. Araştırma toplam 319 sporcu ile gerçekleştirilmiştir.

### Veri Toplama Araçları

Sporcuların kaygı düzeylerini belirlemek için Spielberger, Gorsuch ve Lushene (1970) tarafından geliştirilen, Öner ve Le Compte (1983) tarafından Türkçeye uyarlanan “Durumluk-Sürekli Kaygı Envanteri (STAI)”; stres düzeylerini ölçmek için ise Cohen, Kamarck ve Mermelstein (1983) tarafından geliştirilen, Eskin (2013) tarafından uyarlanan “Algılanan Stres Ölçeği (PSS)” kullanılmıştır. Ayrıca yaş, cinsiyet, eğitim, branş ve sporculuk süresi gibi demografik bilgileri toplamak için araştırmacı tarafından hazırlanan “Kişisel Bilgi Formu” uygulanmıştır. Veriler yüz yüze görüşme yöntemiyle anket aracılığıyla toplanmış, kullanılan ölçeklerin geçerlik ve güvenirlikleri sağlanmıştır.

### Verilerin Analizi

Durumluk-Sürekli Kaygı Envanteri (STAI) ve Algılanan Stres Ölçeği (PSS) puanları ile alt boyutlara ilişkin betimsel istatistikler; katılımcı sayısı, çarpıklık ve basıklık değerleriyle birlikte incelenmiştir. Bulgular, normallik varsayımının sağlanıp sağlanmadığını belirlemek amacıyla değerlendirilmiştir. Tablo 1’de her alt boyut için katılımcı sayısı, çarpıklık ve basıklık değerleri gösterilmiştir. Tabachnick ve Fidell’e (2015) göre bu değerlerin -1.5 ile +1.5 aralığında olması yeterlidir. Veriler SPSS 22.0 ile analiz edilmiştir. Betimsel istatistikler, t-testi, ANOVA, Tukey testi ve Pearson Korelasyon testi uygulanarak değişkenler arası ilişkiler ve anlamlılık düzeyleri incelenmiştir ( $p < 0.05$ ).

Tablo 1. Normallik Dağılımı

Ölçek / Alt Boyut	Çarpıklık Basıklık	
<b>Durumluk ve Sürekli Kaygı (Toplam)</b>	-0,299	0,403
<b>Öz Yeterlik</b>	0,219	0,113
<b>Stres Algısı</b>	0,147	1,093
<b>Algılanan Stres Ölçeği (Toplam)</b>	0,274	0,987

## BULGULAR

Bu bölümde, katılımcıların Durumluk-Sürekli Kaygı Envanteri (State-Trait Anxiety Inventory - STAI) ve Algılanan Stres Ölçeği (Perceived Stress Scale - PSS)'nden aldıkları puanlara dayanarak, araştırmanın temel problemi ve alt problemleri ile farklı değişkenler arasındaki anlamlı ilişkilerin olup olmadığını belirlemeye yönelik yapılan analizlerin sonuçları sunulmuştur. Analizler, katılımcıların bu iki ölçekten elde ettikleri puanların, araştırmanın ana problem ve alt problemleriyle olan bağlantılarını çeşitli değişkenler açısından inceleyerek, anlamlı ilişkilerin varlığını tespit etmeyi amaçlamaktadır.

Tablo 2. Katılımcıların Demografik Özelliklerine İlişkin Bilgiler

Değişkenler	Gruplar	Frekans (n)	Yüzde (%)
<b>Cinsiyet</b>	Kadın	164	51,4
	Erkek	155	48,6
<b>Yaş Grubu</b>	12-14 Yaş	76	23,8
	15-17 Yaş	96	30,1
	18 Yaş ve Üzeri	147	46,1
<b>Eğitim Durumu</b>	Ortaokul	165	51,7
	Lise	154	48,3
<b>Branş</b>	Kısa Mesafe Koşular	27	8,5
	Atlama (1)	58	18,2
	Atlama (2)	72	22,6
	Yürüyüş	20	6,3
	Çoklu Branşlar	12	3,8
	Orta Mesafe Koşular	55	17,2
	Uzun Mesafe Koşular	37	11,6

Değişkenler	Gruplar	Frekans (n)	Yüzde (%)
Spor Yaşı	Engelli Koşular	38	11,9
	1-2 Yıl	89	27,9
	3-4 Yıl	143	44,8
Spor Yaptığı Yer	5 Yıl ve Üzeri	87	27,3
	Okul	217	68,0
	Kulüp	75	23,5
	Ferdi	27	8,5

\*P<0,05; N (319)

Katılımcıların %51,4'ü kadın (n=164), %48,6'sı erkek (n=155) olup; %23,8'i 12-14 yaş (n=76), %30,1'i 15-17 yaş (n=96), %46,1'i 18 yaş ve üzerindedir (n=147). Eğitim durumunda %51,7'si ortaokul (n=165), %48,3'ü lise mezunudur (n=154). Branşlarda %8,5'i kısa mesafe (n=27), %18,2'si atmalar (n=58), %22,6'sı atlamalar (n=72), %6,3'ü yürüyüş (n=20), %3,8'i çoklu branş (n=12), %17,2'si orta mesafe (n=55), %11,6'sı uzun mesafe (n=37), %11,9'u engelli koşu (n=38) yapmaktadır. Spor yaşı %27,9'unda 1-2 yıl (n=89), %44,8'inde 3-4 yıl (n=143), %27,3'ünde 5 yıl ve üzeridir (n=87). Spor yaptığı yer açısından %68'i okulda (n=217), %23,5'i kulüpte (n=75), %8,5'i ferdi olarak yapmaktadır (n=27). Katılımcıların demografik özellikleri dengelidir.

**Tablo 3. Araştırma Kapsamında Kullanılan Ölçek Alt Boyutlarına İlişkin Çarpıklık ve Basıklık Değerleri**

Ölçekler	Alt Boyutlar	Çarpıklık	Basıklık
DSKÖ	Durumluk ve Sürekli Kaygı Toplam Puan	-,299	,403
	Öz Yeterlik	,219	,113
ASÖ	Stres Algısı	,147	1,093
	Toplam Puan	,274	,987

DSKÖ= Durumluk ve Sürekli Kaygı Ölçeği ASÖ= Algılanan Stres Ölçeği

Tablo 5'e göre, ölçeklerin çarpıklık ve basıklık değerleri normallik varsayımını test etmek amacıyla incelenmiştir. Bulgular, tüm değerlerin Büyüköztürk'ün (2018) kabul ettiği -1 ile +1 aralığında olduğunu göstermektedir. Bu durum verilerin normal dağılıma uygun olduğunu, puanların simetrik ve

çan eğrisi formuna yakın dağıldığını ve parametrik testler için gerekli koşulun sağlandığını ortaya koymaktadır.

**Tablo 4. Durumluk ve Sürekli Kaygı Ölçeği Toplam Puanı ile Algılanan Stres Ölçeği Alt Boyut Puanlarının Cinsiyet Değişkenine Göre t-testi Sonuçları**

Alt Boyutlar	Cinsiyet	N	$\bar{X}$	Ss	t	p
Durumluk ve Sürekli Kaygı Toplam Puanı	Kadın	164	98,90	7,31	-0,524	,601
	Erkek	154	99,35	7,99		
Öz Yeterlik	Kadın	164	12,60	2,60	0,887	,376
	Erkek	155	12,34	2,53		
Stres Algısı	Kadın	164	31,04	4,32	2,160	,031*
	Erkek	155	30,02	4,15		
Algılanan Stres Ölçeği Toplam Puan	Kadın	164	43,70	5,38	1,980	,049*
	Erkek	155	42,55	4,98		

\*P<0,05; N (319)

Analiz sonuçlarına göre, Durumluk ve Sürekli Kaygı Toplam Puanı ile Öz Yeterlik alt boyutlarında cinsiyetler arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p > ,05$ ), bu da kaygı ve öz yeterlik düzeylerinin benzer olduğunu göstermektedir. Ancak Stres Algısı ( $\bar{x} = 31,04$ ;  $p = ,031$ ) ve Algılanan Stres Ölçeği Toplam Puanında ( $\bar{x} = 43,70$ ;  $p = ,049$ ) anlamlı farklılık vardır. Kadınların erkeklere kıyasla stres algısı ve genel stres düzeyi daha yüksektir. Bu durum, kadınların çevresel ve duygusal stres etkenlerine karşı daha hassas olabileceğini ve stresle başa çıkma stratejilerinde farklılıklar bulunabileceğini düşündürmektedir. Bu farklılıklar, spor ortamlarında bireysel destek ve psikolojik danışmanlık açısından dikkate alınmalıdır.

**Tablo 5. Durumluk ve Sürekli Kaygı Ölçeği ile Algılanan Stres Ölçeği Alt Boyutlarının Yaş Değişkenine Göre ANOVA Sonuçları**

Alt Boyutlar	Yaş Grubu	N	$\bar{X}$	Ss	df	F	p
Durumluk ve Sürekli Kaygı Toplam Puan	12-14 Yaş	76	98,55	7,32	2 / 316 / 318	1,164	0,314
	15-17 Yaş	96	98,61	8,09			
	18 Yaş ve Üzeri	147	99,60	7,45			

Alt Boyutlar	Yaş Grubu	N	$\bar{X}$	Ss	df	F	p
Öz Yeterlik	12-14 Yaş	76	12,64	2,58	2 / 316 / 318	0,168	0,845
	15-17 Yaş	96	12,47	2,50			
	18 Yaş ve Üzeri	147	12,47	2,60			
Stres Algısı	12-14 Yaş	76	30,58	4,32	2 / 316 / 318	0,199	0,820
	15-17 Yaş	96	30,47	4,13			
	18 Yaş ve Üzeri	147	30,81	4,30			
Algılanan Stres Ölçeği Toplam Puan	12-14 Yaş	76	43,23	5,08	2 / 316 / 318	0,317	0,728
	15-17 Yaş	96	42,94	5,14			
	18 Yaş ve Üzeri	147	43,34	5,31			

P<0,05; N = 319

ANOVA analizi sonuçlarına göre yaş grupları arasında Durumluk ve Sürekli Kaygı Toplam Puanı ( $F_{2,316} = 1,164$ ;  $p > 0,05$ ), Öz Yeterlik ( $F_{2,316} = 0,168$ ;  $p > 0,05$ ), Stres Algısı ( $F_{2,316} = 0,199$ ;  $p > 0,05$ ) ve Algılanan Stres Toplam Puanı ( $F_{2,316} = 0,317$ ;  $p > 0,05$ ) açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Bu sonuç, 12-14, 15-17 ve 18 yaş ve üzeri gruplar arasında stres ve kaygı düzeylerinin benzer olduğunu, yaş faktörünün bu değişkenler üzerinde belirleyici olmadığını göstermektedir.

**Tablo 6. Durumluk ve Sürekli Kaygı Ölçeği Toplam Puanı ile Algılanan Stres Ölçeği Alt Boyut Puanlarının Eğitim Durumu Değişkenine Göre ANOVA Sonuçları**

Alt Boyutlar	Eğitim Durumu	N	$\bar{X}$	Ss	df	F	p
Durumluk ve Sürekli Kaygı Toplam Puan	Ortaokul	164	98,87	8,25	1 / 317 / 319	0,161	0,851
	Lise	155	99,37	6,98			

Alt Boyutlar	Eğitim Durumu	N	$\bar{X}$	Ss	df	F	p																				
Öz Yeterlik	Ortaokul	164	12,52	2,60	1 / 317 / 319	0,115	0,891																				
	Lise	155	12,42	2,55				Stres Algısı	Ortaokul	164	30,57	4,30	1 / 317 / 319	0,239	0,788	Lise	155	30,60	4,17	Algılanan Stres Ölçeği Toplam Puan	Ortaokul	164	43,05	5,10	1 / 317 / 319	0,796	0,452
Stres Algısı	Ortaokul	164	30,57	4,30	1 / 317 / 319	0,239	0,788																				
	Lise	155	30,60	4,17				Algılanan Stres Ölçeği Toplam Puan	Ortaokul	164	43,05	5,10	1 / 317 / 319	0,796	0,452	Lise	155	43,41	5,35								
Algılanan Stres Ölçeği Toplam Puan	Ortaokul	164	43,05	5,10	1 / 317 / 319	0,796	0,452																				
	Lise	155	43,41	5,35																							

\*P<0,05; N (319)

Katılımcıların eğitim durumu değişkeni ile Durumluk ve Sürekli Kaygı Ölçeği ve Algılanan Stres Ölçeği alt boyut puanları arasında anlamlı farklılık bulunup bulunmadığını incelemek amacıyla yapılan ANOVA analizi sonucunda; Durumluk ve sürekli kaygı toplam puanı ( $f_{2-316} = 0,161$ ;  $p > 0,05$ ), öz yeterlik ( $f_{2-316} = 0,115$ ;  $p > 0,05$ ), stres algısı ( $f_{2-316} = 0,239$ ;  $p > 0,05$ ) ve algılanan stres ölçeği toplam puanı ( $f_{2-316} = 0,796$ ;  $p > 0,05$ ) alt boyutlarında eğitim durumu değişkenine göre anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, katılımcıların eğitim durumlarının stres ve kaygı düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

**Tablo 7. Durumluk ve Sürekli Kaygı Ölçeği Toplam Puanı ile Algılanan Stres Ölçeği Alt Boyut Puanlarının Branş Değişkenine Göre ANOVA Sonuçları**

Alt Boyutlar	Branş	N	$\bar{X}$	Ss	df	F	p
Durumluk ve Sürekli Kaygı	Kısa Mesafe Koşular	27	101,59	7,05	7-311	1,254	,273
	Atlama (1)	57	98,82	7,17			
	Atlama (2)	70	100,20	7,45			
	Yürüyüş	20	98,00	6,09			
	Çoklu Branşlar	12	100,42	5,90			
	Orta Mesafe Koşular	55	97,16	7,45			
	Uzun Mesafe Koşular	37	99,11	8,13			

Alt Boyutlar	Branş	N	$\bar{X}$	Ss	df	F	p
<b>Öz Yeterlik</b>	Engelli Koşular	41	98,88	9,49			
	Kısa Mesafe Koşular	27	11,59	2,87	7-311	0,878	,524
	Atlama (1)	57	12,35	2,39			
	Atlama (2)	70	12,59	2,74			
	Yürüyüş	20	13,05	1,64			
	Çoklu Branşlar	12	13,33	3,50			
	Orta Mesafe Koşular	55	12,62	2,19			
	Uzun Mesafe Koşular	37	12,30	2,52			
	Engelli Koşular	41	12,46	2,86			
<b>Stres Algısı</b>	Kısa Mesafe Koşular	27	29,37	3,48	7-311	0,614	,744
	Atlama (1)	57	30,53	4,40			
	Atlama (2)	70	30,60	4,50			
	Yürüyüş	20	30,20	2,93			
	Çoklu Branşlar	12	31,58	4,23			
	Orta Mesafe Koşular	55	30,22	4,20			
	Uzun Mesafe Koşular	37	31,05	4,06			
	Engelli Koşular	41	31,05	4,97			
	<b>Algılanan Stres Ölçeği Toplam Puanı</b>	Kısa Mesafe Koşular	27	41,85	4,22	7-311	0,621
Atlama (1)		57	42,96	5,22			
Atlama (2)		70	42,86	5,40			
Yürüyüş		20	43,55	4,08			
Çoklu Branşlar		12	45,00	5,36			
Orta Mesafe Koşular		55	42,98	5,37			
Uzun Mesafe Koşular		37	43,65	4,77			
Engelli Koşular		41	43,66	6,11			

\*P<0,05; N (319)

Tek yönlü ANOVA sonuçlarına göre, spor branşları arasında durumluk ve sürekli kaygı ( $F_{(7,311)} = 1,254$ ;  $p > 0,05$ ), öz yeterlik ( $F_{(7,311)} = 0,878$ ;  $p > 0,05$ ), stres algısı ( $F_{(7,311)} = 0,614$ ;  $p > 0,05$ ) ve algılanan stres toplam puanı ( $F_{(7,311)} = 0,621$ ;  $p > 0,05$ ) açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Bu sonuç, farklı spor branşlarında yer almanın stres ve kaygı düzeylerini istatistiksel olarak etkilemediğini göstermektedir.

**Tablo 8. Durumluk ve Sürekli Kaygı Ölçeği Toplam Puanı ile Algılanan Stres Ölçeği Alt Boyut Puanlarının Spor Yaşı Değişkenine Göre ANOVA Sonuçları**

Alt Boyutlar	Spor Yaşı	N	$\bar{X}$	Ss	df	F	p	LSD Sonucu
<b>Durumluk ve Sürekli Kaygı Toplam Puanı</b>	1-2 Yıl	89	100,26	7,47	2-316 (318)	3,976	,020*	1,3 > 2
	3-4 Yıl	142	97,79	7,84				
	5 Yıl ve Üzeri	88	100,13	7,23				
<b>Öz Yeterlik</b>	1-2 Yıl	89	12,49	2,81	2-316 (318)	0,453	,636	-
	3-4 Yıl	142	12,59	2,46				
	5 Yıl ve Üzeri	88	12,26	2,48				
<b>Stres Algısı</b>	1-2 Yıl	89	31,16	4,84	2-316 (318)	1,542	,216	-
	3-4 Yıl	142	30,15	3,95				
	5 Yıl ve Üzeri	88	30,55	4,08				
<b>Algılanan Stres Ölçeği Toplam Puanı</b>	1-2 Yıl	89	43,80	5,61	2-316 (318)	1,013	,364	-
	3-4 Yıl	142	42,85	4,99				
	5 Yıl ve Üzeri	88	42,91	5,13				

\* $P < 0,05$ ; N (319)

ANOVA analizi sonucunda, spor yaşı grupları arasında yalnızca Durumluk ve Sürekli Kaygı Toplam Puanında anlamlı fark bulunmuştur ( $F_{2-318} = 3,976$ ;  $p < 0,05$ ). LSD testi, 3-4 yıl spor yapanların ( $\bar{X} = 97,79$ ), 1-2 yıl ( $\bar{X} = 100,26$ ) ve 5 yıl ve üzeri ( $\bar{X} = 100,13$ ) spor yapanlara göre daha düşük kaygı düzeyine sahip olduğunu göstermiştir. Öz Yeterlik ( $F_{2-318} = 0,453$ ;  $p > 0,05$ ), Stres Algısı ( $F_{2-318} = 1,542$ ;  $p > 0,05$ ) ve Algılanan Stres Toplam Puanında ( $F_{2-318} = 1,013$ ;  $p > 0,05$ ) anlamlı fark saptanmamıştır. Bu durum, spor süresinin öz yeterlik ve stres algısı üzerinde etkili olmadığını göstermektedir.

**Tablo 9. Durumluk ve Sürekli Kaygı Ölçeği Toplam Puanı ile Algılanan Stres Ölçeği Alt Boyut Puanlarının Spor Yaptığı Yer Değişkenine Göre ANOVA Sonuçları**

Alt Boyutlar	Spor Yaptığı Yer	N	$\bar{X}$	Ss	df	F	p
<b>Durumluk ve Sürekli Kaygı Toplam</b>	Okul	213	99,15	7,79	2/318	0,139	,870
	Kulüp	79	98,85	7,29			
	Ferdi	27	99,74	7,75			
<b>Öz Yeterlik</b>	Okul	213	12,61	2,70	2/318	1,263	,284
	Kulüp	79	12,08	2,23			
	Ferdi	27	12,59	2,36			
<b>Stres Algısı</b>	Okul	213	30,54	4,16	2/318	0,038	,962
	Kulüp	79	30,59	4,35			
	Ferdi	27	30,33	4,91			
<b>Algılanan Stres Ölçeği Toplam</b>	Okul	213	43,20	5,27	2/318	0,073	,929
	Kulüp	79	43,06	4,89			
	Ferdi	27	42,81	5,78			

\* $P < 0,05$ ; N (319)

ANOVA sonuçlarına göre, spor yapılan yer açısından Durumluk ve Sürekli Kaygı Toplam Puanı [ $F(2,318) = 0,139$ ;  $p = ,870$ ], Öz Yeterlik [ $F(2,318) = 1,263$ ;  $p = ,284$ ], Stres Algısı [ $F(2,318) = 0,038$ ;  $p = ,962$ ] ve Algılanan Stres Toplam Puanında [ $F(2,318) = 0,073$ ;  $p = ,929$ ] anlamlı fark bulunmamıştır. Bu durum, sporu okulda, kulüpte veya ferdi olarak yapmanın stres, kaygı ve öz yeterlik üzerinde etkili olmadığını göstermektedir; yani sporun yapıldığı yer bu psikolojik değişkenler açısından belirleyici değildir.

**Tablo 10. Durumluk ve Sürekli Kaygı Ölçeği Toplam Puanı ile Algılanan Stres Ölçeği Alt Boyut Puanları Arasındaki İlişkiye Ait Korelasyon Testi Sonuçları**

Alt Boyutlar		Durumluk ve Sürekli Kaygı Toplam Puan
Öz Yeterlik	r	,127
	p	,024*
Stres Algısı	r	,137
	p	,014*
Algılanan Stres Ölçeği	r	,169
Toplam Puan	p	,002*

Durumluk ve Sürekli Kaygı Ölçeği Toplam Puanı ile Algılanan Stres Ölçeği alt boyutları arasındaki ilişkilere yönelik yapılan korelasyon analizi sonucunda; Durumluk ve sürekli kaygı toplam puanı ile öz yeterlik ( $r=,127$ ;  $p<0,05$ ), stres algısı ( $r=,137$ ;  $p<0,05$ ) ve algılanan stres ölçeği toplam puanı ( $r=,169$ ;  $p<0,05$ ) arasında pozitif yönde ve zayıf düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda, katılımcıların kaygı düzeyleri arttıkça, öz yeterlik algılarında, stres algılarında ve genel algılanan stres düzeylerinde de artış eğilimi olduğu görülmektedir.

#### SONUÇ VE TARTIŞMA

Araştırmaya katılan 319 sporcunun %55,8'i erkek, %44,2'si kadındır; yaş dağılımı %23,8'i 12–14, %30,1'i 15–17, %46,1'i 18 yaş ve üzeridir. Eğitim düzeyinde %51,8 ortaokul, %49,2 lise mezunudur. Bu dağılım, genç sporcuların kaygı ve stres açısından riskli grupta olduğunu göstermektedir (Martens, Vealey & Burton, 1990). Çalışmada durumluk kaygı ortalaması  $99,02\pm 7,48$ , sürekli kaygı ortalaması  $47,36\pm 5,21$  bulunmuş; bu da sporcularda müsabaka öncesi kaygının yüksek olduğunu göstermektedir. Bireysel sporlarda durumluk kaygının daha yüksek olması, sorumluluğun bireye ait olmasıyla ilişkilendirilebilir. Öner ve Le Compte (1983) ile Yücel (2003) de benzer sonuçlar rapor etmiş, özellikle müsabaka öncesi dönemde kaygının belirgin şekilde arttığını belirtmiştir. Bulgular, sporcuların antrenman ve müsabaka sürecinde önemli psikolojik baskı yaşadığını göstermektedir.

Algılanan stres ortalaması  $30,53\pm 6,41$ , alt boyutlar ise  $18,24\pm 4,17$  ve  $12,29\pm 3,02$  olarak bulunmuş, bu değerler genel popülasyonla benzerlik göstermektedir. Algılanan stresin performansı dolaylı olarak etkilediği ve psikolojik dayanıklılıkla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Aydın ve Demirtaş (2020), stresin spor performansını doğrudan değil, psikolojik dayanıklılık gibi aracı değişkenler üzerinden etkileyebileceğini vurgulamaktadır. Kontrol algısı yüksek olan sporcuların stresle başa çıkmada daha başarılı olması, müsabaka sırasında daha istikrarlı performans göstermelerini sağlayabilir. Bu bulgular, stres düzeylerini ortaya koymanın yanı sıra, psikolojik dayanıklılığın geliştirilmesinin performans artırıcı bir strateji olarak önemini göstermektedir. Cinsiyet açısından, kadın sporcuların durumluk kaygı ( $100,12\pm 7,26$ ) ve algılanan stres puanları erkeklerden anlamlı derecede yüksektir. Bu

durum hormonal farklılıklar, sosyal beklentiler ve psikolojik baskılarla ilişkili olabilir. Hammermeister ve Burton (2004), kadın sporcuların duygusal tepkilerinin erkeklere kıyasla daha yoğun olabileceğini, bunun da stres ve kaygı düzeylerini artırabileceğini belirtmektedir. Bu farklılıklar hormonal değişimler, duygusal duyarlılık, sosyal beklentiler ve spor ortamındaki baskı gibi faktörlerle açıklanabilir. Özellikle rekabet ortamında kadınların stres uyaranlarını daha yoğun algılaması, müsabaka öncesi kaygı düzeylerini yükseltebilir. Bu nedenle, cinsiyete özgü psikolojik hazırlık programlarının uygulanması önerilmektedir.

Araştırmada 12–14 yaş grubunun durumluk kaygı ve stres puanlarının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu fark, erken yaşlarda deneyim eksikliği ve rekabete uyum güçlüğüyle açıklanabilir. Spor deneyimi arttıkça kaygı ve stres düzeylerinde düşüş, haftalık antrenman süresi fazla olan sporcularda ise daha düşük kaygı görülmüştür. Bu durum, düzenli antrenmanın stres yönetiminde olumlu etkisini göstermektedir. Ulusal düzeyde müsabaka deneyimi olan sporcuların kaygı ve stres puanlarının daha düşük olması da rekabet tecrübesinin psikolojik dayanıklılığı artırdığını ortaya koymaktadır. Literatürde Başer (1986) ve Sanoğlu ve arkadaşları (2017) de genç sporcuların deneyim eksikliğinin stres ve kaygıyı artırabileceğini belirtmiştir. Genel olarak, cinsiyet, spor yaşı, deneyim ve antrenman süresi kaygı ve stres üzerinde etkili bulunmuştur. Kadın sporcular ve bireysel branşlarla ilgilenenler daha yüksek kaygı ve stres düzeyine sahiptir. Ayrıca kısa spor geçmişine ve düşük antrenman süresine sahip sporcularda kaygı düzeyi daha yüksektir. Düzenli antrenman ve deneyim kazanımı bu düzeyleri azaltmaktadır. Bu nedenle, sporcuların kaygı ve stres yönetimi için psikolojik destek programlarıyla güçlendirilmesi önerilmektedir.

#### Öneriler

- Spor psikoloğu desteği sağlanmalı, bireysel ve grup terapileri düzenlenmelidir.
- Sporculara nefes egzersizi, meditasyon ve kas gevşetme teknikleri öğretilmelidir.
- Zihinsel antrenmanlar (görselleştirme, iç konuşma, hedef odaklanma) uygulanmalıdır.
- Stres kaynaklarının farkına varılması ve azaltılması için farkındalık eğitimleri verilmelidir.
- Antrenörler, sporcuların psikolojik durumlarını düzenli ölçmeli ve erken müdahalelerde bulunmalıdır.
- Sosyal destek ağı güçlendirilmeli, takım içi iletişim ve aile desteği artırılmalıdır.
- Antrenman programları dengeli olmalı, aşırı yüklenmeden kaçınılmalıdır.
- Mindfulness çalışmalarıyla sporcuların “şu an” a odaklanması sağlanmalıdır.

#### KAYNAKÇA

Akhunlar Turgut, M. N., Sarıot Ertürk, Ö., Karlı, F., & Şakiroğlu, M. (2020). Algılanan Stres ve Üniversite Yaşamına Uyum İlişkisinde Bir Aracı Değişken: Ayrılık Anksiyetesi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 35(2), 338-353.

Aydın, B., & Demirtaş, Z. (2020). Sporcularda algılanan stres ve performans ilişkisi: Psikolojik dayanıklılığın aracı rolü. *Türk Spor Psikolojisi Dergisi*, 4(2), 85–102.

Başaran, M. H., Taşğın, Ö., Sanioğlu, A., & Taşkın, A. K. (2009). Sporcularda durumluk ve sürekli kaygı düzeylerinin bazı değişkenlere göre incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 179–187.

Başer, E. (1986). *Uygulamalı spor psikolojisi* (Yayın No. 31, s. 38). Milli Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı Yayınları.

Cress, V. C., & Lampman, C. (2007). Hardiness, Stress, and Health-Promoting Behaviors Among College Students. *Psi Chi Journal of Undergraduate Research*, 12(1), 18-23.

Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Pearson Education.

Ergin, A., & Çakır, M. (2023). Farkındalık düzeyi ve spor performansı ilişkisi: Nicel bir inceleme. *Psikoloji ve Spor Araştırmaları Dergisi*, 11(2), 102–118.

Eskin, M., Harlak, H., Demirkıran, F., & Dereboy, Ç. (2013). Algılanan Stres Ölçeği'nin Türkçeye uyarlanması: Güvenirlilik ve geçerlik analizi. *New Symposium Journal*, 51(3), 132–140.

Fletcher, D., & Sarkar, M. (2012). A grounded theory of psychological resilience in Olympic champions. *Psychology of Sport and Exercise*, 13(5), 669–678.

Hammermeister, J., & Burton, D. (2004). Gender differences in coping with endurance sports: Are men from Mars and women from Venus? *Journal of Applied Sport Psychology*, 27, 148–164.

Helmstetter, B. (1996). *The Self-Talk Solution*. New York: Simon & Schuster.

Karasar, N. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemi: Kavramlar, ilkeler, teknikler* (26. Baskı). Nobel Yayıncılık.

Kul, M., & Alkan, M. (2005). Etkili iletişim becerileri ve psikolojik yapı ilişkisi. *Eğitim ve Psikoloji Dergisi*, 17(3), 74–85.

Martens, R., Vealey, R. S., & Burton, D. (1990). *Competitive anxiety in sport* (p. 58). Human Kinetics Books.

Öner, N., & Le Compte, A. (1983). *Sürekli durumluk/sürekli kaygı envanteri el kitabı* (s. 1, 3). Boğaziçi Üniversitesi Yayınları.

Polat, Y., & Güneş, H. (2021). Bilişsel esneklik ile stresle başa çıkma stratejileri arasındaki ilişkinin incelenmesi: Sporcu örnekleme. *Psikoloji ve Davranış Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 24–38.



Rees, T., Hardy, L., Güllich, A., Abernethy, B., Côté, J., Woodman, T., ... & Warr, C. (2016). The Great British Medalists Project: A review of current knowledge on the development of the world's best sporting talent. *Sports Medicine*, 46(8), 1041–1058.

Sağel Çetiner, E., Sayın Karakaş, G., Selçuk, O. C., & Şakiroğlu, M. (2018). Algılanan Stres ve Üniversiteye Uyum Süreci: Bilgece Farkındalığın Aracı Rolü. *Nesne Psikoloji Dergisi (NPD)*, 6(13), 289-308.

Sanoğlu, A., Ülker, M., & Sanoğlu Tanış, M. (2017). Bireysel sporcuların sürekli kaygı düzeylerinin başarıya etkisi. *Türk Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1), 45–56.

Spielberger, C., & Charles, D. (1989). *Stress and anxiety in sports: An international perspective*. Hemisphere Publishing.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using Multivariate Statistics* (6th ed.). Boston: Pearson Education.

Üngür, G., & Karagözoğlu, C. (2021). COVID-19 sürecinde sporcuların kişilik özelliklerinin kaygı düzeylerine etkisi. *Uluslararası Spor Bilimleri Dergisi*, 5(2), 76–90.

Yu, X., Yang, Y., & He, B. (2024). *The effect of athletes' training satisfaction on competitive state anxiety—a chain-mediated effect based on psychological resilience and coping strategies*. *Frontiers in Psychology*, 15, Article 1409757.

Yücel, E. O. (2003). *Taekwondocuların durumluk ve sürekli kaygı düzeyleri ve müsabaka başarılarına etkisi* (Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü). Ankara.

## **Tip 2 Diyabet Yönetimi ve Egzersiz Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Bir Literatür İncelemesi.**

**Zeynep YILDIRIM<sup>1</sup>, Sema BÜĞÜŞAN ORUÇ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> E-mail: [zeynepbirge1@gmail.com](mailto:zeynepbirge1@gmail.com); Iğdır Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Iğdır/ Türkiye.

<sup>2</sup> E-mail: [semabugusan@gmail.com](mailto:semabugusan@gmail.com); Iğdır Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Iğdır/ Türkiye.

---

### **Özet**

**Diyabet dünya genelinde yaygınlığı her geçen gün artan ve obeziteyle yakından ilişkilendirilen önemli bir halk sağlığı sorunudur. Egzersiz diyabetin yönetiminde özellikle birinci basamak önerilen bir tedavi şeklidir ve oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Bu bilgiler doğrultusunda çalışmamızın amacı Tip 2 diyabetli bireylerde hastalık yönetiminde egzersizin etkisini ele alan çalışmaları taramaktır.**

Iğdır Üniversitesi e-kütüphane veri tabanından Web of Science, PubMed, Google Scholar, Science Direct ve Wiley Online Library kullanılarak 1 Haziran -31 Temmuz 2025 tarihlerinde “Diyabet ve Diyabet Yönetimi, Egzersiz” anahtar kelimeleriyle sistematik olarak taranmıştır. Son beş yıl içinde Türkçe ve İngilizce olarak yayınlanan ve tam metin olarak ulaşılan araştırma makaleleri incelenmiştir. **İncelenen çalışma sonuçları egzersizin diyabetin önlenmesinde ve yönetiminde etkili olduğunu, kontrol altına alınmasında önemli bir yere sahip olduğunu tespit etmiştir.**

**Literatürden elde edilen verilere göre Tip 2 diyabetin yönetiminde egzersizin önemli bir faktör olduğunu ortaya koyan çalışmaların artmakta olduğu saptanmıştır.**

**Anahtar Kelimeler:** Egzersiz, İnsülin Direnci, Tip 2 Diyabet Yönetimi

---

### **Abstract**

Diabetes is a significant public health problem with an increasing prevalence worldwide and is closely associated with obesity. Exercise is a recommended first-line treatment for diabetes management and has a significant impact. Based on this information, the aim of our study was to review studies addressing the effect of exercise on disease management in individuals with Type 2 diabetes.

A systematic search was conducted using the keywords "Diabetes and Diabetes Management, Exercise" from the Iğdır University e-library database, Web of Science, PubMed, Google Scholar, Science Direct, and Wiley Online Library, between June 1 and July 31, 2025. Full-text research articles published in Turkish and English within the last five years were reviewed.

---

The results of the reviewed studies determined that exercise is effective in the prevention and management of diabetes and plays a significant role in its control.

According to the literature, the number of studies demonstrating the importance of exercise in the management of Type 2 diabetes is increasing.

**Keywords:** Exercise, Insulin Resistance, Type 2 Diabetes Management

---

## GİRİŞ

Diyabet dünya genelinde prevalansı hızla artan kritik düzeyde öneme sahip bir hastalıktır (Borhade et al., 2025). Uluslararası Diyabet Federasyonunun verilerine göre dünya genelinde 589 milyon 20-79 yaş arasında yetişkinin olduğu bildirilmiştir. 2050 yılında bu sayının 853 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir (IDF, 2024). Dünya sağlık örgütünün 2021 yılı verilerine göre diyabet ölüm nedenleri arasında 8. sırada yer almaktadır (WHO, 2023). Diyabetin tip 1 ve tip 2 olmak üzere iki türü bulunmaktadır. Diyabet vakalarının %95'ini tip 2 diyabet oluşturmaktadır (Khan et al., 2020).

Diyabet kontrol altına alınamadığı durumlarda birçok komplikasyonun ortaya çıkmasına yol açarak yaşamı ciddi düzeyde tehdit eder. Düzenli egzersiz yapmak ve sağlıklı beslenmek gibi olumlu sağlık davranışları göstermek ilaç tedavisinin yanı sıra insülin direncinin kontrol edilmesinde ve komplikasyonların ortaya çıkmasında önleyici ve geciktirici bir etkiye sahiptir (Thent et al., 2013). Düzenli egzersiz tip 2 diyabet hastaları için hastalığın yönetilmesinde önerilen ve yararları iyi bilinen etkili bir stratejidir ( Syeda et al., 2023).

Aerobik ve direnç egzersizleri tip 2 diyabet yönetiminde farmakolojik olmayan tedavi stratejisi olarak önerilmektedir. Bu doğrultuda yapılan egzersizler kas gücünü artırır ve kan şekeri ile HbA1c düzeylerinin normal sınırlarda kalmasını kolaylaştırır (Pan et al., 2018). Yapılan bir çok çalışmada da haftalık 150 saat olarak tanımlanan orta ve şiddetli egzersizin tip 2 diyabet açısından yüksek riskli bireylerin risk oranlarını düşürdüğü bulunmuştur( Syeda et al., 2023).

Bu çalışmanın amacı diyabetin önlenmesinde ve yönetiminde egzersizin etkisini ele alan çalışmaların incelenmesi ve temel bilgilerin sunulmasıdır.

## YÖNTEM

1 Haziran -31 Temmuz 2025 tarihleri arasında, Iğdır Üniversitesi e-kütüphane veri tabanı aracılığıyla Science Direct, Web of Science, Google Scholar, PubMed ve Wiley Online Library veri tabanlarında “Diyabet/Diyabet Yönetimi ve Egzersiz” anahtar kelimeleri kullanılarak sistematik bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir.

Son beş yıl içinde İngilizce ve Türkçe tam metin olarak yayınlanan araştırma makaleleri incelenmiştir.

Çalışma seçimi ve arama kriterleri;

(a) 2020'den 2025'e kadar olan son beş yıl içindeki çalışmalar;

- (b) Diyabet yönetiminde egzersizin etkisini ele alan çalışmalar,  
(c) “Diyabet/Diyabet Yönetimi ve Egzersiz” anahtar kelimelerini içeren çalışmalar.

## **BULGULAR**

Literatür incelemesi sonucunda elde edilen verilere göre egzersiz diyabetin önlenmesinde ve yönetilmesinde oldukça önemli bir sağlıklı yaşam biçimi davranışıdır. Doğru ve sağlıklı beslenme ile birlikte egzersiz glisemik kontrolün sağlanmasında daha fazla etkiye sahiptir. Ayrıca yapılan her türlü egzersiz diyabet yönetiminde ve iyileşme sürecinde önemli yararlar sağlamaktadır (Borhade et al., 2025; Peters et al., 2025).

Yapılan çalışmalar egzersizin diyabet üzerinde kan glikoz düzeyini iyileştirme sürecinde kısa ve uzun vadeli olumlu etkilerinin olacağını göstermektedir. Kısa vadede egzersizle birlikte kaslarda meydana gelen kasılma sonucunda kandan kaslara glikoz geçişi sağlanarak kandaki glikoz seviyesini düşürmektedir (Colberg et al., 2010). Uzun vadede ise egzersizle birlikte insülin duyarlılığı artar ve kan glikozunun daha kolay düzenlenmesine yardımcı olur (Buse et al., 2007; Ibañez et al., 2005).

Literatürde aerobik ve direnç egzersizleri ile her iki egzersizin birlikte yapıldığı egzersizler diyabetik hastalara önerilen egzersiz türlerindedir. Her iki egzersizinde kan şekerinin kontrol altına alınmasında olumlu etkilerinin olduğu kombine yapıldığı durumlarda daha fazla etkiye sahip olduğu yapılan çalışmalarda belirtilen önemli verilerdendir ( Han et al., 2025; Xing et al., 2025; Garber et al., 2011; Cuff et al., 2003).

## **SONUÇ VE TARTIŞMA**

Diyabet küresel çapta bireylerin sağlığını tehdit eden önemli bir sağlık sorunu olup doğru yönetimi oldukça önemlidir (Kirwan et al., 2017). Diyabet yönetiminde hem aerobik hem direnç hem de kombine egzersizler oldukça önemli etkiye sahip yöntemler arasında yer almaktadır (Pan et al., 2018).

Pan ve arkadaşları tarafından yapılan çalışma sonuçları da egzersizin tip 2 diyabetin kontrol altına alınmasındaki önemini vurgulamaktadır (Pan et al., 2018). Egzersiz ve beslenmenin gestasyonel diyabet üzerindeki etkilerini ele alan çalışma sonucuna göre egzersizin annenin diyabet sonuçlarına pozitif etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Zhang et al., 2024). Yapılan başka bir çalışma sonucunda ise Tip 2 Diyabetli inme sonrası hastalara uygulanan egzersizlerin glisemik yönetimi önemli ölçüde iyileştirdiği ve kan glikoz düzeylerinde daha az değişkenlik olduğu saptanmıştır (Chen et al., 2024). Zhao ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada literatürle paralellik göstermiş olup düzenli yapılan fiziksel egzersizin insülin direncini düşürerek ve komplikasyonların ortaya çıkmasını azaltarak kan glikoz seviyesini daha kolay kontrol altına almaya yardımcı olduğu ve iyileştirdiği bulunmuştur (Zhao et al., 2025). Literatürde yapılan birçok çalışmada da diyabetin önlenmesinde ve kontrol altına alınmasında egzersizin etkili bir yöntem olduğu bulunmuştur (Esteves and Stanford, 2024; Amerkamp et al., 2025; Xing et al., 2025)

Sonuç olarak tip 2 diyabet günümüzün önemli bir sağlık sorunudur. Tip 2 diyabet açısından özellikle riskli grupta yer alan bireyler başta olmak üzere toplumun geneline korunma ve hastalık yönetimi ile ilgili farkındalık yaratmak adına eğitimler verilmeli, olumlu tutum ve davranışların ortaya çıkarılması sağlanmalıdır. Bu doğrultuda egzersiz ile ilgili müdahale programları hazırlanmalı ve diyabetin yönetiminde oldukça etkili bir yol olduğu anlatılarak toplumsal düzeyde farkındalık yaratılmalıdır. Hem diyet hem de egzersiz türlerinin birlikte ele alındığı farklı çalışmalarda planlanmalı ve yapılmalıdır.

## KAYNAKÇA

Amerkamp, J., Benli, S., Isenmann, E., & Brinkmann, C. (2025). Optimizing the lifestyle of patients with type 2 diabetes mellitus - Systematic review on the effects of combined diet-and-exercise interventions. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases : NMCD*, 35(5), 103746. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2024.09.016>

Borhade , M. B., Yashi, K., & Singh, S. (2025). Diabetes and Exercise. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Buse JB, Ginsberg HN, Bakris GL, Clark NG, Costa F, Eckel R, Fonseca V, Gerstein HC, Grundy S, Nesto RW, Pignone MP, Plutzky J, Porte D, Redberg R, Stitzel KF, Stone NJ., American Heart Association. American Diabetes Association. Primary prevention of cardiovascular diseases in people with diabetes mellitus: a scientific statement from the American Heart Association and the American Diabetes Association. *Circulation*. 2007 Jan 02;115(1):114-26.

Chen, K., Wang, Y., Li, D., Li, J., Huang, Y., Huang, M., & Ma, H. (2024). Impact of diverse aerobic exercise plans on glycemic control, lipid levels, and functional activity in stroke patients with type 2 diabetes mellitus. *Frontiers in endocrinology*, 15, 1389538. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1389538>

Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, Chasan-Taber L, Albright AL, Braun B., American College of Sports Medicine. American Diabetes Association. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care*. 2010 Dec;33(12):e147-67.

Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley HD, Frohlich JJ. Tip 2 diyabetli kadınlarda insülin direncini azaltmak için etkili egzersiz yöntemi. *Diyabet Bakımı*. 2003 Kasım; 26 (11):2977-82.

Esteves, J. V., & Stanford, K. I. (2024). Exercise as a tool to mitigate metabolic disease. *American journal of physiology. Cell physiology*, 327(3), C587–C598. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00144.2024>

Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, Nieman DC, Swain DP., American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011 Jul;43(7):1334-59.



Han, C., Xue, H., Yang, S., & Gao, B. (2025). Resistance exercise training and its impact on metabolic syndrome in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes research and clinical practice*, 222, 112077. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2025.112077>

Ibañez J, Izquierdo M, Argüelles I, Forga L, Larrión JL, García-Unciti M, Idoate F, Gorostiaga EM. Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2005 Mar;28(3):662-7.

International Diabetes Federation. (2024). *IDF Diabetes Atlas (11th ed.)*. Retrieved from <https://diabetesatlas.org/data-by-location/global/>

Khan MAB, Hashim MJ, King JK, Govender RD, Mustafa H, Al Kaabi J. Epidemiology of Type 2 Diabetes - Global Burden of Disease and Forecasted Trends. *J Epidemiol Glob Health*. 2020 Mar;10(1):107-111.

Kirwan JP, Sacks J, Nieuwoudt S. The essential role of exercise in the management of type 2 diabetes. *Cleve Clin J Med*. 2017 Jul;84(7 Suppl 1):S15-S21.

Pan, B., Ge, L., Xun, Y. Q., Chen, Y. J., Gao, C. Y., Han, X., Zuo, L. Q., Shan, H. Q., Yang, K. H., Ding, G. W., & Tian, J. H. (2018). Exercise training modalities in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and network meta-analysis. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 15(1), 72. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0703-3>

Peters, T. M., Brazeau, A. S., Bally, L., Govette, A., Heyman, E., Jung, M. E., Laesser, C. I., Lespagnol, É., Logan, J. E., Momeni, Z., Perry, T., Talbo, M. K., Bonhoure, A., Sim, J. A. P., von Zezschwitz, J., Zaharieva, D. P., Gillen, J. B., & Yardley, J. E. (2025). Exercise and Glycemic Management in Females and Women With Diabetes: The Role of Sex and Gender Across the Lifespan. *Canadian journal of diabetes*, 49(3), 194–204. <https://doi.org/10.1016/j.cjcd.2025.02.001>

Syeda, USA., Battillo, D., Visaria, A., & Malin, S. K. (2023). The importance of exercise for glycemic control in type 2 diabetes. *American Journal of Medicine Open*, 9, 100031. <https://doi.org/10.1016/j.ajmo.2023.100031>

Thent ZC, Das S, Henry LJ. Diyabet mellitus yönetiminde egzersizin rolü: küresel senaryo. *PLoS One*. 2013; 8 (11):e80436.

World Health Organization. (2023). *The top 10 causes of death*. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>

Xing, S., Zhang, Y., Chen, Y., Feng, S., Zhang, Y., & Moreira, P. (2025). Comparing the impacts of different exercise interventions on patients with type 2 diabetes mellitus: a literature review and meta-analysis. *Frontiers in endocrinology*, 16, 1495131. <https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1495131>

Zhang, L., Wang, F., Tashiro, S., & Liu, P. J. (2024). Effects of Dietary Approaches and Exercise Interventions on Gestational Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Bayesian Network Meta-



analysis. *Advances in nutrition* (Bethesda, Md.), 15(12), 100330.  
<https://doi.org/10.1016/j.advnut.2024.100330>

Zhao, X., Huang, F., Sun, Y., & Li, L. (2025). Mechanisms of endurance and resistance exercise in type 2 diabetes mellitus: A Narrative review. *Biochemical and biophysical research communications*, 761, 151731. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2025.151731>

## Diş Hekimliği Preklinik Öğrencilerinin Pratik Derslere Bakış Açısının Değerlendirilmesi

Arş. Gör. Müge ERARSLAN<sup>1</sup>, Doç Dr. Sezgi Cinel ŞAHİN<sup>2</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Hande ŞENOL<sup>3</sup>

<sup>1</sup>E-mail: [mugey@pau.edu.tr](mailto:mugey@pau.edu.tr); Pamukkale Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Denizli/Türkiye.

<sup>2</sup>E-mail: [sezgis@pau.edu.tr](mailto:sezgis@pau.edu.tr); Pamukkale Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Denizli/Türkiye.

<sup>3</sup>E-mail: [hsenol@pau.edu.tr](mailto:hsenol@pau.edu.tr); Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı, Denizli, Türkiye

### Özet

Protetik diş tedavisi dersini alan preklinik öğrencilerinin mesleki tercihleri, eğitim-öğretim sürecine yönelik beklentileri ve öğrenme deneyimlerine ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesi hedeflenen bu çalışmaya, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Diş Hekimliği Fakültelerinde ikinci sınıf preklinik eğitimi alan %69,6'sı kadın, %30,4'ü erkek toplam 181 öğrenci katılım gösterdi. Çalışmaya özel hazırlanan anket öğrencilere Google Forms aracılığıyla ulaştırılarak öğrencilerin pratik ve teorik tabanlı öğretime ilişkin görüşleri araştırıldı. İstatistiksel analizler ki-kare ve fisher exact testleri ile yapıldı ( $p<0,05$ ). Mesleğini değiştirmeyi düşünen öğrencilerin dersi sevme oranının anlamlı şekilde düşük olduğu öğrenildi ( $p=0,001$ ). Öğrencilerin %95,1'inin ders işleyişinden mesleki memnuniyet sağlayabildikleri görüldü. Ancak katılımcıların %16'sının ise mesleğinden memnun olmadığı ve değiştirmek istediği öğrenildi. Seçtiği mesleğin kendine uygun olduğunu düşünen bireyler için dersi sevme durumunun oldukça etkili olduğu görüldü ( $p=0,001$ ). Bu veriler ışığında, protetik diş tedavisi ders içeriklerinde yapılacak güncellenmeler ile dersi keyifli hale getirmenin, öğrencilerin mesleki olarak doğru yönlendirilmesi ve kişisel kazanımları açısından kritik önemde olduğu açıktır.

**Anahtar Kelimeler:** diş hekimliği eğitimi, mesleki kazanımlar, mesleki memnuniyet, protetik diş tedavisi

### Abstract

This study aims to evaluate the professional preferences, expectations regarding the educational process, and learning experiences of preclinical students taking the Prosthetic Dentistry course. A total of 181 second-year preclinical students from Faculties of Dentistry during the 2024–2025 academic year participated in the study, of whom 69.6% were female and 30.4% were male. A specially designed questionnaire was delivered to the students via Google Forms to investigate their opinions on both practical and theoretical teaching. Statistical analyses were performed using chi-square and Fisher's exact tests ( $p<0.05$ ). It was found that students considering changing their profession had a significantly lower rate of liking the course ( $p=0.001$ ). 95.1% of the students reported that the course contributed positively to their professional satisfaction. However, 16% of the participants stated that they were dissatisfied with their profession and wanted to change it. It was also observed that liking the course had a significant impact on those who believed that their chosen profession suited them ( $p=0.001$ ). In light of the findings, it is clear that updating the content of the Prosthetic Dentistry course to make it more enjoyable is critically important for proper professional guidance of students and for their personal development.

**Keywords:** dental education, professional development, career satisfaction, prosthodontics

## GİRİŞ

Diş hekimliği eğitiminin kapsamı, öğrencilerin eğitim ve öğretim sırasında tüm güncel bilimsel ve klinik içeriği öğrenmeleri üzerine kurulu olmalıdır (Haden ve ark., 2006). Diş hekimliği müfredatının genel amacı, öğrencilere uygulama becerilerini ve tekniklerini öğretmenin yanında öğrendiklerini pratiğe nasıl yansıtacaklarını kavrayabilmelerini sağlamaktır (Reeson, Walker-Gleaves & Jepson, 2013; Haden ve ark., 2006). Bu kapsamda, klinik uygulamalardan önce gerekli psikomotor becerilerin kazanımının desteklenmesi için teknoloji ve iletişimdeki gelişmelere paralel olarak uygulanan pratik eğitimler büyük önem taşımaktadır (Reeson, Walker-Gleaves & Jepson, 2013). Bu nedenle, öğrencilerin tam donanımlı olarak fakültelerden mezun olabilmeleri için eğitimin teorik kısmının da prelinik ve klinik uygulamaların gereksinimleriyle uyumlu hale getirilmesi gerekir (Koole, Van Den Brulle, Christiaens ve ark., 2017; Koole, Vandeweghe, Mattheos & De Bruyn, 2014; Clark, Robertson & Harden, 2004).

Diş hekimliği eğitim programlarının son derece stresli olduğu evrensel olarak bilinen ve kabul gören bir durumdur (Uraz, 2013). Bu süreç öğrenciler için duygusal, psikolojik ve bazen fiziksel zorluklara yol açabilir. Diş hekimliği öğrencilerinde stres prevalansının %100 olduğunu bildiren araştırmalar bulunmaktadır (Alzahem, 2014). Cooper ve ark. yaptığı bir çalışmada diş hekimliği öğrencilerinin genel popülasyondan daha yüksek düzeyde stres yaşadıklarını bildirmektedir (Cooper, Watts & Kelly, 1987).

Diş hekimliği eğitiminin, prelinik öğrencilerinin diş tedavileri ile ilgili duygu, düşünce ve kaygılarını değiştirebileceği görüşünden yola çıkılarak, bu çalışmada, protetik diş tedavisi dersini alan ikinci sınıf öğrencilerinin prelinik pratik derslere yönelik bakış açılarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

## YÖNTEM

Çalışma için hedef örneklem sayısı, G-Power 3.1 (Heinrich Heine University Düsseldorf, Almanya) yazılımı üzerinden; etki büyüklüğü 0,3, hata payı 0,05 ve güç %90 olacak şekilde hesaplandığında en az 158 katılımcı olarak belirlendi. Mevcut çalışmaya, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Diş Hekimliği Fakültelerinde protetik diş tedavisi dersini alan ve prelinik eğitimi gören toplam 181 gönüllü ikinci sınıf öğrencisi katıldı. Öğrencilere, Google Forms (<https://docs.google.com/forms>) aracılığıyla toplam 13 soruluk bir anket ulaştırıldı (Şekil 1).

### Şekil 1: Katılımcılara yöneltilen anket soruları

#### Sorular

- Soru 1: Cinsiyetiniz nedir?
- Soru 2: Seçtiğiniz mesleğin size uygun olduğunu düşünüyor musunuz?
- Soru 3: Mesleğinizi değiştirmeyi düşünüyor musunuz?
- Soru 4: Protetik diş tedavisi dersini seviyor musunuz?
- Soru 5: Protetik diş tedavisi dersinin teorik ve pratik olarak iki ayrı bölümde işlenmesinin dersi öğrenmenizi kolaylaştırdığını düşünüyor musunuz?
- Soru 6: Bu dersin en sevdiğiniz bölümü hangisi?
- Soru 7: Pratik derslerin teorik ders bilgilerini pekiştirmek adına faydalı olduğunu düşünüyor musunuz?
- Soru 8: Protetik diş tedavisi dersinin pratik bölümünün en çok hangi kazanımı gerektirdiğini düşünüyorsunuz?
- Soru 9: Pratik dersler online olarak yürütülseydi öğrenme kabiliyetiniz açısından yeterli olacağını düşünür müydünüz?
- Soru 10: Pratik derslerin yüz yüze yapılmasının ödevinizi yapabilece kabiliyetinizde bir artış yarattığını düşünüyor musunuz?
- Soru 11: Pratik derslerin yüz yüze yapılmasının dersin sorumlu hocasının ödevle ilgili beklentilerini anlamaya katkı sağladığını düşünüyor musunuz?
- Soru 12: Pratik derslerde demo ödevleri yakından inceleyebiliyor olmanız ödevinizi daha doğru yapmanızı kolaylaştırıyor mu?
- Soru 13: Pratik ders işleyişinin mesleki kazanımlarınızı arttıracığını düşünüyor musunuz?

Ankete verilen yanıtlar aracılığıyla öğrencilerin, diş hekimliği eğitimindeki protetik diş tedavisi dersinin pratik ve teorik tabanlı öğretimine ilişkin görüşleri araştırıldı. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri ki-kare ve Fisher exact testleri kullanılarak yapıldı ve anlamlılık  $p < 0,05$  düzeyinde değerlendirildi.

## BULGULAR

Çalışmaya, 2024-2025 yılında Diş Hekimliği Fakültelerinde eğitim görmekte olan ve protetik diş tedavisi dersini alan ikinci sınıf preklinik öğrencilerinden %69,6'sı ( $n=126$ ) kadın, %30,4'ü erkek ( $n=55$ ) olmak üzere toplam 181 öğrenci katılımı gösterdi (Tablo 1).

**Tablo 1:** Cinsiyetin ders işleyişine yönelik sorulara verilen cevaplarla ilişkisi

Sorular	Cevaplar	Cinsiyetiniz		p
		Kadın n (%)	Erkek n (%)	
2. Soru	Evet	109 (%86,5)	53 (%96,4)	0,047* (kk=3,958)
	Hayır	17 (%13,5)	2 (%3,6)	
3. Soru	Evet	21 (%16,7)	8 (%14,5)	0,72 (kk=0,128)
	Hayır	105 (%83,3)	47 (%85,5)	
4. Soru	Evet	57 (%45,2)	28 (%50,9)	0,774 (kk=0,513)
	Hayır	11 (%8,7)	4 (%7,3)	
	Daha fazla sevdiğim dersler var	58 (%46)	23 (%41,8)	
5. Soru	Evet	120 (%95,2)	47 (%85,5)	0,033* $\gamma$
	Hayır	6 (%4,8)	8 (%14,5)	
6. Soru	Pratik	73 (%57,9)	34 (%61,8)	0,625 (kk=0,239)
	Teorik	53 (%42,1)	21 (%38,2)	
7. Soru	Evet	124 (%98,4)	49 (%89,1)	0,01* $\gamma$
	Hayır	2 (%1,6)	6 (%10,9)	
8. Soru	El becerisi	85 (%67,5)	34 (%61,8)	0,781 (kk=2,468)
	Üç boyutlu düşünme	15 (%11,9)	11 (%20)	
	Zamanı iyi değerlendirme	13 (%10,3)	6 (%10,9)	
	Üst seviyede teorik bilgi	8 (%6,3)	2 (%3,6)	
	Görsel hafıza	3 (%2,4)	1 (%1,8)	
	Klinik tertip, düzen ve temizlik	2 (%1,6)	1 (%1,8)	
9. Soru	Evet	12 (%9,5)	9 (%16,4)	0,186 (kk=1,746)
	Hayır	114 (%90,5)	46 (%83,6)	
10. Soru	Evet	98 (%77,8)	44 (%80)	0,738 (kk=0,112)
	Hayır	28 (%22,2)	11 (%20)	
11. Soru	Evet	117 (%92,9)	46 (%83,6)	0,057 (kk=3,635)
	Hayır	9 (%7,1)	9 (%16,4)	
12. Soru	Evet	102 (%81)	44 (%80)	0,881 (kk=0,022)
	Hayır	24 (%19)	11 (%20)	
13. Soru	Evet	121 (%96)	50 (%90,9)	0,174 $\gamma$
	Hayır	5 (%4)	5 (%9,1)	

%; Yüzde; kk: Ki-kare testi;  $\gamma$ : Fisher kesin ki-kare testi

Cinsiyete göre yapılan değerlendirmelerde, erkeklerin (n=53, %96,4) mesleğini kendilerine uygun bulma oranlarının kadınlardan (n=109, %86,5) istatistiksel olarak daha yüksek olduğu bulundu (p=0,047). Aynı zamanda istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olmamakla birlikte, mesleğini kendine uygun bulan erkek öğrencilerin kadın öğrencilere göre sayısal olarak daha yüksek oranda mesleklerini değiştirmeyi düşünmedikleri (%85,5) ve seçtikleri meslekten memnun oldukları tespit edildi (%96,4). Benzer şekilde istatistiksel açıdan bir farklılık gözlenmese de erkek öğrencilerin (%50,9) kadın öğrencilere (%45,2) göre protetik diş tedavisi dersini daha yüksek oranda sevdiğini beyan ettiği görüldü. (Tablo 1).

Dersin teorik ve pratik olarak iki ayrı bölümde işlenmesinin dersi öğrenmeyi kolaylaştırdığını düşünme oranının ise kadınlarda (n=120, %95,2) erkeklere (n=47, %85,5) göre anlamlı şekilde yüksek olduğu tespit edildi (p=0,033). Benzer şekilde kadınların pratik derslerin teorik ders bilgilerini pekiştirmek adına daha faydalı olduğunu düşündüğü görüldü (p=0,01) (Tablo 1).

Meslek seçimini kendine uygun bulma durumu ile meslek değiştirme düşüncesi arasında da anlamlı bir ilişki olduğu bulundu (p=0,0001). Meslek değiştirmeyi düşünmeyen öğrencilerin (n=143, %88,3) yüksek oranda tercih ettikleri meslekten memnuniyetlerini belirttiği tespit edildi (Tablo 2).

Meslek seçiminden memnun olan öğrencilerin protetik diş tedavisi dersini sevme oranları arasında da anlamlı derecede yüksek bir ilişki gözlemlendi (p=0,001). Aynı zamanda başka bir dersi daha fazla sevdiğini beyan eden öğrencilerin meslek seçiminden memnun olmama durumu arasında da anlamlı bir ilişki olduğu bulundu (p=0,001) (Tablo 2).

Mesleğini değiştirmeyi düşünmeyen bireylerin, dersin pratik kısmının yüz yüze işlenmesiyle ders eğitmeninin pratik ödevle ilgili beklentisinin daha net anlaşılması konusunda avantaj sağladığını düşünme oranları mesleğini değiştirmeyi düşünen katılımcılardan daha yüksek bulundu (p=0,497) (Tablo 3).

Öğrencilere protetik diş tedavisi derslerinin pratik bölümü online olarak yürütülseydi öğrenme kabiliyetiniz açısından yeterli olur muydu? diye sorulduğunda meslek değiştirmeyi düşünmeyen öğrencilerin istatistiksel olarak anlamlı oranda dersin yüz yüze yapılmasının daha etkili olduğunu bildirdiği tespit edildi (n=138, %90,8) (Tablo 3).

Protetik diş tedavisi dersinin pratik bölümünün yüz yüze yürütülüyor olmasının talep edilen ödevlerin daha iyi anlaşılabilirliğini ve yapabilirliği konusunda avantaj sağladığını düşünen öğrencilerin %82,2 oranla diğer öğrencilerden anlamlı derecede yüksek sayıda oldukları izlendi (p=0,005) (Tablo 3).

**Tablo 2:** Meslek seçimini kendine uygun bulma durumunun diğer parametrelerle olan ilişkisi

Sorular	Cevaplar	Seçtiğiniz mesleğin size uygun olduğunu düşünüyor musunuz?		p
		Evet n (%)	Hayır n (%)	
1. Soru	Kadın	109 (%67,3)	17 (%89,5)	0,047* (kk=3,958)
	Erkek	53 (%32,7)	2 (%10,5)	
3. Soru	Evet	19 (%11,7)	10 (%52,6)	0,0001* $\gamma$
	Hayır	143 (%88,3)	9 (%47,4)	
4. Soru	Evet	83 (%51,2)	2 (%10,5)	0,001* (kk=13,879)
	Hayır	11 (%6,8)	4 (%21,1)	
	Daha fazla sevdiğim dersler var	68 (%42)	13 (%68,4)	
5. Soru	Evet	148 (%91,4)	19 (%100)	0,368 $\gamma$
	Hayır	14 (%8,6)	0 (%0)	
6. Soru	Pratik	97 (%59,9)	10 (%52,6)	0,543 (kk=0,369)
	Teorik	65 (%40,1)	9 (%47,4)	
7. Soru	Evet	155 (%95,7)	18 (%94,7)	0,596 $\gamma$
	Hayır	7 (%4,3)	1 (%5,3)	
8. Soru	El becerisi	105 (%64,8)	14 (%73,7)	0,238 (kk=6,771)
	Üç boyutlu düşünme	24 (%14,8)	2 (%10,5)	
	Zamanı iyi değerlendirme	19 (%11,7)	0 (%0)	
	Üst seviyede teorik bilgi	8 (%4,9)	2 (%10,5)	
	Görsel hafıza	3 (%1,9)	1 (%5,3)	
	Klinik tertip, düzen ve temizlik	3 (%1,9)	0 (%0)	
9. Soru	Evet	18 (%11,1)	3 (%15,8)	0,467 $\gamma$
	Hayır	144 (%88,9)	16 (%84,2)	
10. Soru	Evet	129 (%79,6)	13 (%68,4)	0,252 $\gamma$
	Hayır	33 (%20,4)	6 (%31,6)	
11. Soru	Evet	145 (%89,5)	18 (%94,7)	0,698 $\gamma$
	Hayır	17 (%10,5)	1 (%5,3)	
12. Soru	Evet	132 (%81,5)	14 (%73,7)	0,375 $\gamma$
	Hayır	30 (%18,5)	5 (%26,3)	
13. Soru	Evet	154 (%95,1)	17 (%89,5)	0,283 $\gamma$
	Hayır	8 (%4,9)	2 (%10,5)	

%: Yüzde; kk: Ki-kare testi;  $\gamma$ : Fisher kesin ki-kare testi

**Tablo 3:** Mesleği deęiřtirme dūřüncesinin dięer etkenlerle olan iliřkisi

Sorular	Cevaplar	Mesleęinizi deęiřtirmeyi dūřünüyor musunuz?		p
		Evet n (%)	Hayır n (%)	
1. Soru	Kadın	21 (%72,4)	105 (%69,1)	0,72 (kk=0,128)
	Erkek	8 (%27,6)	47 (%30,9)	
2. Soru	Evet	19 (%65,5)	143 (%94,1)	0,0001* $\gamma$
	Hayır	10 (%34,5)	9 (%5,9)	
4. Soru	Evet	13 (%44,8)	72 (%47,4)	0,21 (kk=3,118)
	Hayır	5 (%17,2)	10 (%6,6)	
	Daha fazla sevdiğim dersler var	11 (%37,9)	70 (%46,1)	
5. Soru	Evet	27 (%93,1)	140 (%92,1)	1 $\gamma$
	Hayır	2 (%6,9)	12 (%7,9)	
6. Soru	Pratik	18 (%62,1)	89 (%58,6)	0,724 (kk=0,125)
	Teorik	11 (%37,9)	63 (%41,4)	
7. Soru	Evet	25 (%86,2)	148 (%97,4)	0,024* $\gamma$
	Hayır	4 (%13,8)	4 (%2,6)	
8. Soru	El becerisi	17 (%58,6)	102 (%67,1)	0,439 (kk=4,814)
	Üç boyutlu dūřünme	7 (%24,1)	19 (%12,5)	
	Zamanı iyi değerlendirme	3 (%10,3)	16 (%10,5)	
	Üst seviyede teorik bilgi	2 (%6,9)	8 (%5,3)	
	Görsel hafıza	0 (%0)	4 (%2,6)	
	Klinik tertip, düzen ve temizlik	0 (%0)	3 (%2)	
9. Soru	Evet	7 (%24,1)	14 (%9,2)	0,05* $\gamma$
	Hayır	22 (%75,9)	138 (%90,8)	
10. Soru	Evet	17 (%58,6)	125 (%82,2)	0,005* (kk=8,035)
	Hayır	12 (%41,4)	27 (%17,8)	
11. Soru	Evet	25 (%86,2)	138 (%90,8)	0,497 $\gamma$
	Hayır	4 (%13,8)	14 (%9,2)	
12. Soru	Evet	24 (%82,8)	122 (%80,3)	0,755 (kk=0,097)
	Hayır	5 (%17,2)	30 (%19,7)	
13. Soru	Evet	25 (%86,2)	146 (%96,1)	0,056 $\gamma$
	Hayır	4 (%13,8)	6 (%3,9)	

%: Yüzde; kk: Ki-kare testi;  $\gamma$ : Fisher kesin ki-kare testi

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Son çalışmalar; diş hekimliği öğrencileri için süre yönetimi sorunları, koopere olmayan hastaların yönetimi, sınav kaygısı, ekonomik sorunlar, zor gelen teknik görevler ve klinik uygulamanın gereklilikleri gibi stres kaynaklarını belirlemişlerdir (Sugiura, Shinada & Kawaguchi, 2005; Freeman, Main & Burke, 1995). Bu faktörlerden bireysel faktörler, yaşanan ortam ve finansal sorunlar strese neden olan faktörlerin en önemlilerindedir (Sugiura, Shinada & Kawaguchi, 2005; Freeman, Main & Burke, 1995; Westerman ve ark., 1993). Ek olarak yaş ve cinsiyet gibi demografik özelliklerin yanı sıra bireysel karakter farklılıklarının stresteki değişikliklere katkıda bulunduğu anlaşılmıştır (Sugiura, Shinada & Kawaguchi, 2005; Freeman, Main & Burke, 1995; Westerman ve ark., 1993; Peker ve ark., 2009; Rajab, 2001; Heath, Macfarlane & Umar, 1999).

Literatürdeki önceki çalışmalar incelendiğinde, kadın öğrencilerin erkek öğrencilerden daha yüksek stres seviyelerine sahip olduğu belirtilmiştir (Westerman ve ark., 1993; Heath, Macfarlane & Umar, 1999; Peker ve ark., 2009; Özdoğan & Kaptı, 2021). 2024 yılında yapılan bir çalışmada ise diş hekimliği öğrencilerine ‘‘karar alma süreçlerinde kendilerine olan güven durumu’’ sorulduğunda kadın öğrencilerin gösterdikleri güven eksikliği erkek öğrencilere kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek oranda anlamlı bulunmuştur ( $p=0,006$ ) (AlSarhan ve ark., 2024). Bu durum, cinsiyete göre ortaya çıkan stresle baş etme mekanizmalarındaki olası farklılıkların mesleki eğilimlere de yansıtılabileceğini düşündürmektedir. Nitekim mevcut çalışmada da erkek öğrencilerin ( $n=53$ , %96,4), kadın öğrencilere ( $n=109$ , %86,5) kıyasla mesleği kendilerine uygun bulma oranının istatistiksel olarak daha yüksek olması ( $p=0,047$ ), erkeklerin kendilerine güveni yüksek, stres karşısında daha az duyarlı ve baş etme stratejilerinde daha etkili olabileceklerini destekler niteliktedir. Ek olarak, kadın öğrencilerin kaygılı olması stres faktörlerine karşı daha duyarlı olmaları, meslek değiştirme niyetlerinin artmasına katkıda bulunabilir (AlSarhan ve ark., 2024). Mevcut çalışmada da cinsiyetler arasında meslek değiştirmeyi düşünme açısından anlamlı bir farklılık olmamakla birlikte, kadın katılımcılarda mesleğini değiştirmeyi düşündüğünü belirten bireylerin oranı ( $n=21$ , %72,4) erkek bireylerin oranından çok daha yüksektir ( $n=8$ , %27,6). Bu bulgular, AlSarhan ve ark. çalışmasının sonuçlarıyla uyumludur.

Protetik diş tedavisi, eksik veya yetersiz dişler ve/veya maksillofasial dokular ile ilişkili klinik koşulları olan hastaların tanı, tedavi planlaması, rehabilitasyonu ile oral fonksiyonlarının, konforunun, görünümünün ve sağlığının biyolojik olarak uyumlu materyaller ile düzeltilmesini sağlayan dental uzmanlık alanıdır (Ferro ve ark., 2017). Diş hekimliği eğitiminde önemli ve kapsayıcı olan protetik diş tedavisi dersi, mesleği anlamakla, mesleği sevmekle doğrudan ilişkilidir (Özdoğan & Kaptı, 2021) Mevcut çalışmada da bu bilgileri destekler şekilde meslek seçiminden memnun olma durumuyla protetik diş tedavisi dersini sevme arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $p=0,001$ ). Ek olarak, mesleğini değiştirmeyi düşünen prelinik öğrencilerinin protetik diş tedavisi dersini sevme oranlarının değiştirmeyi düşünmeyen bireylerden daha az olduğunu görüldü ( $p=0,001$ ). Aynı zamanda başka bir dersi daha fazla sevdiğini beyan eden öğrencilerin oranı da meslek seçiminden memnun olmayan öğrencilere göre anlamlı şekilde yüksektir ( $p=0,001$ ) (Tablo 2). Bu oranlar mesleği seven öğrencilerin tüm dersleri seven, ilgili öğrenciler olduğunu gösterse de mesleğini sevdiğini beyan eden öğrencilerin protetik diş tedavisi dersini sevme oranının da daha yüksek olması, protetik diş tedavisi dersinin mesleği sevme, mesleği değiştirmeyi düşünme ile doğrudan ilişkili bir ders olduğunu düşündürülebilir.

Mevcut çalışmada, protetik diş tedavisi pratik dersinin online olarak yürütülmesinin öğrenme kabiliyetleri açısından yetersiz olacağını düşünen öğrenci sayısı yüksek oranda %88,4 (n=160) iken, 2020 yılında diş hekimliği öğrencilerinin derslere bakış açısını inceleyen başka bir çalışmada ise derslerin online olarak yürütülmesini isteyen öğrenci sayısı %79,5 (n=198) ile daha yüksek orandadır (Özdede & Şahin, 2020). Bu farklılık, 2020 yılında yapılan bu çalışmada COVID-19 ile ilişkili bir dönemde değerlendirme yapılmasıyla ilişkilendirilebilir. Enfeksiyon ve bulaş riski sebebiyle öğrencilerin COVID-19 pandemi dönemi stres sebepleri değiştiğinden, dersin online olarak işleyişi tercih edilmiş olabilir. Şartlar normale döndüğünde ise dersin yüz yüze işlenmesinin, öğrenme ve ödevleri daha iyi yapabilme kabiliyeti açısından daha avantajlı olduğu ve mesleki kazanımları da arttırdığı bir gerçektir. Nitekim, bu çalışma da dahil literatürdeki birçok çalışma yüz yüze işlenen derslerin öğrenme ve öğrendiğini hayata geçirebilme açısından daha avantajlı olduğunu belirtmektedir (Madi ve ark., 2024; Shaheen, 2023; Bourzgui, Alami & Diouny, 2020).

Elde edilen verilere göre, öğrencilerin yaşadıkları prelinik deneyimler, protetik diş tedavisi bölümü hakkındaki düşüncelerini önemli ölçüde etkilemektedir. Diş hekimliği öğrencilerinin eğitim süreçlerinde ve mesleki geleceklerine yönelik kendilerini geliştirmeyi istekleri gözlemlenmektedir. Bununla birlikte, mesleği bırakma konusunda öğrencilerin doğru yönlendirmeye ihtiyaç duyduğu da bir gerçektir. Derslerin eğlenceli, interaktif ve anlaşılır hale getirilmesinin yanında müfredatların güncellenmesinin de keyifle öğrenebilmeyi sağlayarak bireylerin stres seviyelerini azaltacağı ve doğrudan dersi sevme oranlarının da artacağı; bunun da öğrencilerin mesleğini sevme ve meslekte devamlılık gösterme konusundaki motivasyonlarını pozitif yönde destekleyeceği öngörülmektedir. Bu noktada, fakültelerdeki öğretmenlerin sorumluluk alması, ders işleyişindeki değişim ve güncellemeler konusunda aktif rol alması büyük önem taşımaktadır. Mümkünse tüm diş hekimliği fakültelerindeki eğitim şartlarının akredite edilmesi ve tüm öğrenciler için eşit şartların sağlanabilmesi konusu ise mesleki kazanımlar ve donanımlı diş hekimlerinin yetiştirilmesi noktasında kritik önemdedir.

## KAYNAKÇA

Haden, N. K., Andrieu, S. C., Chadwick, D. G., Chmar, J. E., Cole, J. R., ... & Kalkwarf, K. L. (2006). The dental education environment. ADEA Commission on Change and Innovation in Dental Education, *70*(12), 1265-1270.

Reeson, M. G., Walker-Gleaves, C., & Jepson, N. (2013). Interactions in the dental team: Understanding theoretical complexities and practical challenges. *British Dental Journal*, *215*(9), E16-E16.

Koole, S., Van Den Brulle, S., Christiaens, V., Jacquet, W., Cosyn, J., & De Bruyn, H. (2017). Competence profiles in undergraduate dental education: A comparison between theory and reality. *BMC Oral Health*, *17*(1), 109.

Koole, S., Vandeweghe, S., Mattheos, N., & De Bruyn, H. (2014). Implant dentistry education in Europe: 5 years after the Association for Dental Education in Europe consensus report. *European Journal of Dental Education*, *18*, 43-51.



- Clark, J. D., Robertson, L. J., & Harden, R. M. (2004). Applying learning outcomes to dental education. *British Dental Journal*, 196(6), 357-359.
- Uraz, A., Tocak, Y. S., Yozgatlıgil, C., Cetiner, S., & Bal, B. (2013). Psychological well-being, health, and stress sources in Turkish dental students. *Journal of Dental Education*, 77(10), 1345-1355.
- Alzahem, A. M., Van der Molen, H. T., Alaujan, A. H., & De Boer, B. J. (2014). Stress management in dental students: A systematic review. *Advances in Medical Education and Practice*, 167-176.
- Cooper, C. L. (1987). Job satisfaction, mental health and job stressors among general dental practitioners in the UK. *Br. Dent. J.*, 24, 77-88.
- Sugiura, G., Shinada, K., & Kawaguchi, Y. (2005). Psychological well-being and perceptions of stress amongst Japanese dental students. *European Journal of Dental Education*, 9(1), 17-25.
- Freeman, R., Main, J. R., & Burke, F. J. (1995). Occupational stress and dentistry: theory and practice. Part I. Recognition. *British Dental Journal*, 178(6), 214-217.
- Westerman, G. H., Grandy, T. G., Ocanto, R. A., & Erskine, C. G. (1993). Perceived sources of stress in the dental school environment. *Journal of Dental Education*, 57(3), 225-231.
- Peker, I., Alkurt, M. T., Usta, M. G., & Turkbay, T. (2009). The evaluation of perceived sources of stress and stress levels among Turkish dental students. *International Dental Journal*, 59(2), 103-111.
- Özdede, M., & Sahin, S. (2020). Views and anxiety levels of Turkish dental students during the COVID-19 pandemic. *Journal of Stomatology*, 73(3), 123-128.
- Rajab, L. D. (2001). Perceived sources of stress among dental students at the University of Jordan. *Journal of Dental Education*, 65(3).
- Heath, J. R., Macfarlane, T. V., & Umar, M. S. (1999). Perceived sources of stress in dental students. *Dental Update*, 26(3), 94-100.
- Ferro, K. J., Morgano, S. M., Driscoll, C. F., Freilich, M. A., Guckes, A. D., Knoernschild, K. L., ... & Twain, M. (2017). The glossary of prosthodontic terms. *J Prosthet Dent*, 117: e1-105.
- Özdoğan, A., & Kaptı, Y. (2021). Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi öğrencilerinin protetik diş tedavisi uzmanlığı hakkındaki görüşlerinin değerlendirilmesi. *Selcuk Dental Journal*, 8(1), 69-75.
- AlSarhan, M., AlJasser, R., AlOraini, S., Alotaibi, D. H., Alsinaidi, A. A., & Habib, S. R. (2024). Relationship of self-perceived stress and expression of salivary cortisol in relation to gender and academic levels among dental students. *The Open Dentistry Journal*, 18(1).
- Madi, M., Gaffar, B., Farooqi, F. A., Zakaria, O., Sadaf, S., Alhareky, M., & AlHumaid, J. (2024). Virtual versus traditional learning: A comparison of dental students' perception and satisfaction. *Dentistry Journal*, 12(12), 393.



Shaheen, M. Y., Basudan, A. M., Almubarak, A. M., Alzawawi, A. S., Al-Ahmari, F. M., Aldulaijan, H. A., ... & Aldulaijan, H. (2023). Dental students' perceptions towards e-learning in comparison with traditional classroom learning. *Cureus*, 15(12).

Bourzgui, F., Alami, S., & Diouny, S. (2020). A comparative study of online and face-to-face learning in dental education. *EC Dent Sci*, 19(3), 1-11.

## **Bolu Spor Turizminin Haritası**

**Emre KIZILTEN<sup>1</sup>, Onur Cüneyt KAHRAMAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>E-mail:[emrekizilten@gmail.com](mailto:emrekizilten@gmail.com); Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı Turizm İşletmeciliği Bilim Dalı, Bolu / Türkiye.

<sup>2</sup>E-mail:[onurcuneytkahraman@ibu.edu.tr](mailto:onurcuneytkahraman@ibu.edu.tr); Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Turizm Fakültesi-  
Turizm İşletmeciliği Bölümü, Bolu/ Türkiye.

---

### **Özet**

Turizm hem ekonomik hem de sosyal yönleri ile ülkelerin gelişimi adına stratejik bir öneme sahip olup, çok yönlü ve sürekli gelişim gösteren bir endüstri haline gelmiştir. Küreselleşme, teknolojiye ilerlemeler ve insanların artan gelir düzeyi ile turistlerin tercihlerinin yalnızca deniz, kum güneş değil bununla beraber kültür, sağlık, eğitim ve spor gibi farklı deneyim yaşayabileceği alanlara kaydığı görülmektedir. Spor turizmi de hem ulusal hem de uluslararası boyutta hızla gelişim gösteren ekonomik açıdan istihdam yaratan ve yerel toplum ile turistler arasında sosyal ve kültürel etkileşimi güçlendiren önemli bir turizm türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte spor turizmi faaliyetlerinin gerçekleştirildiği şehirlerin tanıtımına katkı sağlayabilecek önemli bir araç olarak düşünülebilir.

Bolu, doğal yapısı ve stratejik konumu sayesinde Türkiye’de spor turizmi için öne çıkan illerden biridir. Bu çalışmanın amacı, Bolu’nun geçmişten bugüne ev sahipliği yaptığı spor turizmi türleri ve bu faaliyetlerin yapıldığı yerler harita üzerinde gösterilerek bir “Spor Turizmi Haritası” oluşturmak, böylece spor turistleri, yatırımcılar, yerel yöneticiler ve araştırmacılar için yol gösterici bir kaynak hazırlamaktır. Bu kapsamda, Bolu ilinde gerçekleştirilen spor turizmi faaliyetlerinin kapsamlı bir şekilde ortaya konulması ve bu faaliyetlerin mekânsal dağılımını belirleyebilmek amacıyla doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Doküman analizi yöntemi ile Bolu’nun geçmişten günümüze ev sahipliği yaptığı spor etkinlikleri, tesisler ve organizasyonlar hakkında ikincil veriler toplanmıştır. Bu veriler; ilgili kurum ve kuruluşların (Bolu İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Gençlik ve Spor İl Müdürlüğü, belediyeler, federasyonlar vb.) resmi kayıtları, turizm istatistikleri, basın arşivleri ve akademik çalışmalar incelenerek elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Spor Turizmi, Bolu, Doküman Analizi

---

### **Abstract**

Tourism, with its economic and social aspects, has become a strategically important, complex, and ever-growing industry that is a key driver of countries' development. Fuelled by globalization, technological innovations, and increasing income levels, the interests of tourists have expanded beyond the conventional sea-sand-sun concept to more varied forms, such as cultural, health, educational, and sports-related experiences. Among them, sports tourism has emerged as one of the fastest-developing types of tourism at both the national and international levels, creating jobs, inducing local economic growth, and providing social and cultural exchange between residents and

tourists. In addition, sports tourism is an effective promotion tool for host cities, raising awareness and desirability in the international tourism market.

For this purpose, a document analysis approach was used to scrutinize sporting tourism activities in Bolu thoroughly and to identify their spatial distribution. Secondary data regarding sporting events, facilities, and organizations that Bolu hosts were gathered by systematically reviewing official documents from the concerned institutions and organizations (such as the Bolu Provincial Directorate of Culture and Tourism, the Provincial Directorate of Youth and Sports, municipalities, and sports federations), as well as tourism statistics, press archives, and academic studies.

**Keywords:** Sports Tourism, Bolu, Document Analysis

---

## GİRİŞ

Turizm, genel olarak bireylerin yaşadıkları yerden farklı bir bölgeye seyahat edip orada bir süreliğine kalmalarıyla tanımlanır. Bu kavramın kökeni Latince'de "hareket etmek" veya "geri dönmek" anlamına gelen *turnus* sözcüğüne dayandırılmaktadır (Dinçer, 1993). Fransızca'da hâlen kullanılan *tourner* (dönmek) ve *tour* (gezi, tur) kelimeleri de bu anlamı destekler niteliktedir. "Tour" sözcüğü genellikle iş, eğlence ya da gezme amaçlı yapılan seyahatleri ifade ederken; "touring" kavramı daha çok kültürel deneyim kazanmak, yeni şeyler öğrenmek ya da keyifli zaman geçirmek amacıyla yapılan seyahatleri tanımlar (Sezgin, 1995). "Turist" ve "turistik" gibi turizmle ilişkili terimlerin ilk olarak İngilizler tarafından kullanılmaya başlandığı, "turizm" kelimesinin ise 19. yüzyılda ortaya çıktığı belirtilmektedir. Türkçede bu kavramlar geçmişte "seyahat" ve "seyyah" terimleriyle ifade edilmiştir (Özdemir, 1992).

Turizmi farklı özelliklere göre sınıflandırmak mümkündür. Örneğin, bazı araştırmacılar katılımcı sayısını dikkate alarak turizmi bireysel ya da grup turları şeklinde ayırmaktadır (Toskay, 1989). Katılım amacına göre yapılan sınıflamalarda ise eğlence, spor ya da dini amaçlı geziler öne çıkmaktadır (Küçükaskan, 2007). Spor turizmi, insanların spor etkinliklerine katılmak veya izlemek amacıyla seyahat ettiği bir turizm türüdür. Katılımcılar genellikle eğlenmek ve boş zamanlarını değerlendirmek amacıyla bu etkinliklere ilgi gösterir. Spor turizmi, mevsimlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir; örneğin kayak gibi bazı sporlar yalnızca kış aylarında yapılabilir. Bu tür organizasyonlar için stadyum veya pist gibi özel alanlara ihtiyaç duyulur. Spor izleyicileri, tuttıkları takımlara veya etkinliğin yapıldığı yerlere duygusal bir bağ geliştirebilir (Argan, 2004). Turizm ve spor, 1950'li yıllardan itibaren dünyada giderek önem kazanan iki büyük sektör haline gelmiştir. Ancak bu iki alanın bir arada ele alınması, yani spor turizmi kavramı, 1990'lı yılların sonlarında daha fazla dikkat çekmeye başlamıştır. 1950 ile 1990 yılları arasında sporun turizm üzerindeki etkisi çok belirgin değildi. Fakat 90'lı yıllardan sonra insanlar sporla daha yakından ilgilenmeye hem spor yaparak hem de izleyici olarak etkinliklere katılmaya başladı. Bu durum, spora yönelik seyahatlerin artmasına ve her yaşta insanın ilgisini çekmesine yol açtı. Böylece spor, turizmin önemli bir parçası haline geldi (GSB, 2019).

Spor turizmi, yapılaş amacına ve yerine göre farklı türlere ayrılır (Gibson, 1998). Gibson'a (2003) göre spor turizmi üç gruba ayrılır: Aktif spor turizmi, spor yapmak ya da yarışmak için yapılan seyahatlerdir. Olay tabanlı spor turizmi, büyük spor etkinliklerini izlemek için yapılan yolculuklardır (örneğin

Olimpiyatlar). Nostalji spor turizmi ise ünlü stadyumları veya spor müzelerini gezmeyi içerir. Ayrıca insanlar; yarışmalara katılmak, ünlü spor merkezlerinde spor yapmak, maç izlemek ya da spor tarihiyle ilgili yerleri görmek amacıyla da seyahat edebilir.

Spor turizmi, turizm yatırımlarını artırır ve ekonomiyi canlandırır. Mağazalar, oteller ve restoranlar daha çok müşteri çeker. Aynı zamanda şehirlerin tanıtımına katkı sağlar, yeni spor alanları ve tesislerin daha verimli kullanılmasını mümkün kılar. Toplum içindeki ilişkileri güçlendirir, özellikle gençlere yeni fırsatlar sunar. Ayrıca altyapının gelişmesine katkı sağlar ve insanlarda spora olan ilgiyi artırır (Ross, 2001).

Spor turizmi hem büyüklüğü hem de ekonomik değeri bakımından dünyada en hızlı gelişen alanlardan biridir. 2023 yılında bu alanın ekonomik büyüklüğü yaklaşık 609 milyar dolara ulaşmıştır. Ayrıca 2024 ile 2030 yılları arasında her yıl ortalama %16 oranında büyümesi beklenmektedir. Turizm ile spor sektörleri birbirine sıkı sıkıya bağlıdır. Bu iki alan birlikte çalıştığında şehirlerde ve kırsal bölgelerde iş imkanları oluşturur, işletmeleri destekler ve hem ekonomik hem de sosyal gelişmeyi artırır. Spor ve turizm sektörleri Birleşmiş Milletlerin Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine katkı sağlamayı da amaçlamaktadır. Birçok ülke ve şehir, spor turizminin taşıdığı potansiyelin farkındadır. Bu nedenle spor tesislerine yatırım yapmakta, büyük spor etkinliklerine ev sahipliği yapmak için aday olmakta ve sporla ilgili tanıtım çalışmalarına önem vererek kendilerini birer spor turizmi merkezi haline getirmeye çalışmaktadır (UNWTO, 2024).

Bu çalışmanın amacı, Bolu’da şu anda yapılan ve geçmişten günümüze gelen spor turizmi etkinliklerini belirlemektir. Bu etkinlikler coğrafi olarak nerede yer alıyor, hangi bölgelerde yoğunlaşıyor, bunları sınıflandırmak ve harita üzerinde özel işaretlerle göstermek hedeflenmektedir. Böylece spor turistleri, yatırımcılar, yerel yöneticiler ve araştırmacılar için yol gösterici bir kaynak hazırlamak amaçlanmıştır.

## **YÖNTEM**

Bu çalışma, Bolu ilinde geçmişten günümüze gerçekleştirilen spor turizmi faaliyetlerini belirlemek ve haritalandırmak amacıyla doküman analizi yöntemi kullanılarak tasarlanmış nitel bir araştırma yaklaşımına dayanmaktadır. Doküman analizi, mevcut kayıt ve yayınların sistematik biçimde incelenmesine imkân tanınması, tarihsel ve mekânsal verilerin güvenilir biçimde elde edilmesini sağlaması nedeniyle uygun bir yöntem olarak tercih edilmiştir (Bowen, 2009). Araştırma süreci üç temel aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, ikincil veriler; Bolu İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Gençlik ve Spor İl Müdürlüğü, belediyeler ve ilgili spor federasyonları gibi resmi kurumlardan elde edilmiştir. Ayrıca turizm istatistikleri, basın arşivleri, resmi raporlar ve Bolu’da spor turizmine ilişkin akademik çalışmalar incelenmiştir. İkinci aşamada, toplanan veriler spor turizmi faaliyet türlerine göre (örneğin futbol kamp alanları, kayak tesisleri, bisiklet parkurları, doğa sporları alanları) sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma, sonraki mekânsal analiz aşaması için temel oluşturmuştur.

## **BULGULAR**

Bolu, Karadeniz Bölgesi’nin batısında yer alır ve merkez dahil dokuz ilçesi vardır. Doğuda Yeniçağa, Gerede ve Dörtdivan; güneyde Kıbrısık ve Seben; güneybatıda Mudurnu ve Göynük; kuzeydoğuda Mengen ilçesi bulunur. İl, Ankara, Çankırı, Zonguldak, Düzce ve Sakarya ile komşudur.

2021’de nüfusu 320824’tür. Bolu, Karadeniz ikliminin yanı sıra Orta Anadolu ve Marmara iklimlerinden de etkilenir. Arazisinin %64’ü ormanlarla kaplıdır (Yılmaz, 2023).

Bolu, ormanlarla çevrili yerleşimi, yüksek rakımı, nem oranının düşüklüğü ve bol oksijenli temiz havası sayesinde sadece burada yaşayanlara değil, aynı zamanda bu koşulları kendi şehirlerinde bulamayan sporculara ve spor yaparak tatil yapmak isteyen turistlere de uygun bir ortam sunar. Coğrafi yapısı sayesinde dağcılık, doğa yürüyüşleri, yamaç paraşütü gibi doğa sporlarına elverişlidir. Ayrıca profesyonel spor takımları ve gençlik kampları için hem yaz hem de kış aylarında uygun kamp alanları sunar. Bu özellikleri ve spor tesisleri sayesinde Bolu, özellikle futbol turizmi açısından dikkat çeken bir yerdir. Her yıl birçok yerli ve yabancı spor kulübü, özellikle futbol branşında Bolu’ya gelerek burada kamp yapmaktadır (Bolu Valiliği, 2025).

Futbol liglerinin bitmesiyle, futbol takımları yeni sezona hazırlık için Bolu’daki kamp alanlarını sıkça tercih etmektedir. Süper Lig’den alt liglere kadar birçok takımın kamp yaptığı Bolu’yu aynı zamanda Rusya, Romanya, Makedonya ve Kosova gibi ülkelerden takımlarda gelerek kamp için tercih etmektedir. Bolu’da salon sporları karşılaşmaları için sahalar, spor salonları ve müsabaka ya da kamp için gelen sporcular için kamp alanları çoğunlukta bulunmaktadır. Gençlik spor il müdürlüğüne bağlı tesisler tablo 1’de yer almaktadır (Bolu Valiliği, 2025).

**Tablo 1.** *Gençlik spor il müdürlüğüne bağlı tesisler*

No	Yer	Aktivite	Özellik	Tesis Adı
01	Bolu	Futbol, Atletizm	Tabii Çim	Bolu Atatürk Stadı
02	Bolu	Salon Sporları	Parke Zemin	17 Temmuz Spor Salonu
03	Bolu	Sosyal - Sportif	Prefabrik	Olimpiyat Gençlik Evi
04	Karaçayır	Sosyal Tesis	54 Yataklı	İzzet Baysal Kamp Eğitim Merkezi
05	Karaçayır	Güreş - Cimnastik	Sentetik Zemin	Murat Canbaş Spor Salonu
06	Karaçayır	Yüzme	Yarı Olimpik	Kapalı Yüzme Havuzu
07	Karaçayır	Sosyal - Sportif	Prefabrik	Karaçayır Gençlik Evi
08	Aladağ	Spor Faaliyetleri	40 Yataklı	Aladağ İzcilik Kampı
09	Aladağ	Salon Sporları	Sentetik Zemin	Aladağ Spor Salonu
10	Aladağ	Gençlik Kampı	42 Adet Bungalov	Bungalov Evler
11	Aladağ	Futbol	Çim Saha	Aladağ Futbol Sahası
12	Aladağ	Voleybol, Basketbol	Asfalt Zemin	Aladağ Oyun Alanları
13	Karaçayır	Futbol	4 Adet Çim Saha	Futbol Sahaları
14	Gölköy	Atıcılık	15 Yataklı	Trap Skeet Atış Poligonu
15	Gölköy	Salon Sporları	Sentetik Zemin	A.İ.B.Ü. Spor Salonu (Gölköy)
16	Bolu	Salon Sporları	Sentetik Zemin	A.İ.B.Ü. Spor Salonu (Bolu)
17	Bolu	Futbol	Tabii Çim	Belediye Futbol Sahası
18	Karacasu	Futbol	Tabii Çim	Karacasu Futbol Sahası
19	Gerede	Futbol, Atletizm	Çim Saha	Gerede İlçe Stadı
20	Gerede	Salon Sporları	Parke Zemin	Gerede Spor Salonu
21	Mengen	Futbol, Atletizm	Çim Saha	Mengen İlçe Stadı
22	Mengen	Salon Sporları	Sentetik Zemin	Mengen Spor Salonu
23	Seben	Futbol	Çim Saha	Seben Futbol Sahası
24	Mudurnu	Futbol, Atletizm	Çim Saha	Mudurnu Stadı
25	Mudurnu	Salon Sporları	Sentetik Zemin	Mudurnu Spor Salonu

26	Göynük	Futbol	Toprak Saha	Göynük Futbol Sahası
27	Yeniçağa	Futbol	Çim Saha	Yeniçağa Futbol Sahası
28	Dörtdivan	Futbol	Toprak Saha	Dörtdivan Futbol Sahası
29	Kıbrıscık	Futbol	Toprak Saha	Kıbrıscık Futbol Sahası

Bolu'nun spor turizmi açısından güçlü yönleri arasında dört mevsimin net yaşanıyor olması spor turizmi aktivitelerinde bol çeşitlilik olmasına sağlamıştır. Bolu'da yapılmakta olan spor turizmi aktiviteleri şunlardır (Bolu Valiliği, 2025);

**Tablo 2.** Bolu'da yapılmakta olan spor turizmi aktiviteleri

<b>Turizm Türü</b>	<b>Bölge</b>
<b>Yamaç Paraşütü</b>	Abant Bölgesi, Çele Tepesi, Çepni Yaylası ve Örencik Yaylası
<b>Su Sporları</b>	Aladağ Göleti, Yeniçağa Gölü
<b>Dağcılık</b>	Kartalkaya, Köroğlu Dağları, Seben, Çele Tepesi
<b>Kış Sporları</b>	Kartalkaya, Arkut Dağı
<b>Çim Kayağı</b>	Esentepe
<b>Tekerlekli Kayak</b>	Esentepe
<b>Ornitoloji (Kuş Gözetleme)</b>	Kavaklı Dağı, Yedigöller, Abant, Sülüklü Göl, Yeniçağa Gölleri
<b>Sportif Olta</b>	Abant, Gölcük, Yedigöller, Sünnet, Çubuk, Sülük, Karamurat, Karagöl,
<b>Balıkçılığı</b>	Yeniçağa, Gölköy, Aladağ, Saraycık, Çayköy Göletleri
<b>Kaya Tırmanışı</b>	Gelin Kayası, Kartalkaya Kazankaya, Bürnük
<b>At Biniciliği</b>	Gölköy, Yenisefa, Demirciler, Çampınar, Fındıcak, Dereceören, Ömerler
<b>Utv ve Atv Safari</b>	Abant
<b>Otomobil Sporları</b>	Aladağlar - Demirciler Köyü – Çaygökpınar Köyü Mevkii
<b>Dağ Bisikleti</b>	Gurbettaşı Mevkii-Köprübaşı Barajı Bisiklet Parkuru, Karacasu Yaylası- Kızık Yaylası Bisiklet Parkuru, Polis Evi-Abant Bisiklet Parkuru
<b>Doğa Yürüyüşü</b>	Abant, Yedigöller Milli Parkı, Seben Yaylaları, Bolu Fındığı Tabiatı Koruma Alanı, Kökez Koruma Alanı, Sülüklügöl Tabiatı Koruma Alanı

**Yamaç Paraşütü;** Bolu, farklı turizm seçeneklerinin yanında yamaç paraşütü yapılabilen önemli bir bölgedir. Abant Dağı'ndaki Çepni Yaylası ve Örencik (Sinekli) Yaylası, bu spor için uygun alanlardandır ve burada ulusal ve uluslararası etkinlikler düzenlenmektedir (Bolu İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2020a).

**Dağcılık ve Doğa Yürüyüşü;** Abant Gölü çevresinde gece aydınlatması ve yaya yürüyüş yolu yapılmıştır. Bunun yanı sıra Yedigöller Milli Parkı, Seben Yaylaları, Bolu Fındığı Tabiatı Koruma Alanı, Kökez ve Sülüklügöl gibi yerler doğa yürüyüşü için uygundur. Dağ tırmanışı açısından Köroğlu Dağları (2378 m), Aladağlar, Seben Dağları (1854 m), Orhan ve Kaplandede Dağları (1486 m), Bolu Dağları (1954 m), Elmacık (1760 m), Abant (1748 m), Sünnice (1828 m), Arkut (1077 m), Göl Dağları (1113 m) ve Ardıç Dağları önemli potansiyele sahiptir (Bolu İl Kültür Turizm Müdürlüğü, 2021a).

**Şekil 1.** Gölcük Tabiat Parkı Sultanbey Yaylası Kocadoruk Tepesi Gölcük Göleti Merkez / BOLU



**Kaynak:** Wikiloc

**Kış Sporları;** Kış turizminde öne çıkan yerlerden biri Kartalkaya Kayak Merkezi'dir. Köroğlu Dağları'nda yer alan bu merkez, 15 Aralık–15 Nisan arasında kayak için uygundur. 1600 yatak kapasiteli 5 tesise sahip merkezde, 18 mekanik tesis ve 25 pist bulunur. Pistlerin toplam uzunluğu 40 km'dir. Ayrıca Avrupa standartlarında snowparklar ve çeşitli rampalar yer alır (Bolu İl Kültür Turizm Müdürlüğü, 2021b). Diğer önemli merkez ise Gerede-Esentepe Arkut Dağı Kayak Merkezi'dir. 1800 metre rakımlı bu merkezde 5000 metrelik mukavemet pisti, 900 metrelik slalom pisti ve 2 mekanik tesis bulunur. Kayaklı koşu ve Alp disiplini için uygundur. Konaklama imkânı Gerede'de sağlanır. Arkut Dağı, milli takımların kamp yeri olarak da tercih edilir ve burada kayak evi gibi yatırımlar yapılmıştır (Bolu İl Kültür Turizm Müdürlüğü, 2021c).

**Tablo 3.** Bolu'da kış turizmi için kullanılan konaklama tesisleri

Tesisin Adı	Telefon numarası	Konum
Kartal Otel	0 (374) 234 50 05	Kartalkaya
Dorukkaya Ski & Mountain Resort	0 (374) 234 50 26	Kartalkaya
Kaya Palazzo Ski & Mountain Resort	0 (374) 234 51 00	Kartalkaya
Golden Key Kartalkaya	0 (374) 234 50 59	Kartalkaya
The Sign Esentepe Hotel & Ski Center	0 (374) 606 01 90	Esentepe

**Kuş Gözetleme (Ornitoloji);** Dörtdivan ilçesindeki Kavaklı Dağı, kara akbaba nüfusu sayesinde “önemli kuş alanı” olarak kabul edilir. Ayrıca Yedigöller, Abant Gölü ve Yeniçağa Gölü çevresi de kuş gözlemine uygundur. Yeniçağa Gölü kıyısında bu amaçla yapılmış bir kuş gözlem kulesi bulunur (Bolu İl Kültür Turizm Müdürlüğü, 2021d).

**Sportif Olta Balıkçılığı;** Bolu, birçok göle sahip olduğu için sportif olta balıkçılığı açısından önemli bir potansiyele sahiptir (Özcan, 2005). Abant Gölü, Gölcük, Gököy Barajı, Yeniçağa Gölü, Yedigöller, Aladağ Göleti, Karamurat Gölü, Çubuk Gölü, Sünnet Gölü, Sülüklü Gölü, Karagöl, Taşlıyayla Gölü sportif olta balıkçılığı için önemli alanlardır (Kahraman, 2021).

**Otomobil Sporları;** Otomobil sporları kapsamında Türkiye Cumhuriyeti'nin 100'üncü yılı etkinliği olarak Bolu Offroad Spor Kulübü (BOLOFF) tarafından 2023 yılında “100. Yıl Rallisi” büyük bir coşkuyla gerçekleştirildi (Damalıbayrak, 2023). 2024 Türkiye Baja Şampiyonası zorlu parkurlarda sürücülerin hız ve dayanıklılıklarını test ederek, izleyicilere unutulmaz bir yarış deneyimi yaşattı (TOSFED, 2024).

**Şekil 2.** Bolu Sarıalan, Köroğlu şelalesi, Tembeltepe, Köroğlu zirve eteği



**Kaynak:** Wikiloc

**Dağ Bisikleti;** Bolu Belediyesi, 2011'den beri "Tabiatın Kalbi Bolu" projesi ile doğa turizmini geliştirmeye çalışmaktadır. Bu kapsamda doğa yürüyüşü ve bisiklet parkurları yapılmış, bisiklet parkurlarının bilgileri dijital ortama aktarılmıştır (Bolu Belediyesi, 2020). Abant, Gölcük ve yaylalar çevresindeki orman yolları, dağ bisikleti turları için önemli alanlardır (Bolu İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2020c). Öne çıkan parkurlar arasında Gurbettaşı–Köprübaşı Barajı (36 km), Karacasu–Kızık Yaylası (52 km) ve Polis Evi–Abant (38 km) bulunur. Bu parkurlar temiz havalı, doğal güzelliklerle çevrili ve yılın çoğu zamanında kullanılabilir (Bolu Belediyesi Bolu Araştırmaları Merkezi Yayınları, 2014).

**Şekil 3.** Bolu Aladağ



**Geleneksel Sporlar;** Turizm ve sporun birleştiği önemli etkinliklerden biri, her yıl düzenlenen Esentepe Yağlı Güreşleri'dir. 24 Ağustos 2024'te 73.'sü gerçekleşecek bu güreşlerde, Kırkpınar'ın son şampiyonları ve önemli pehlivanlar yarışacak. Güreşler, gün boyu Esentepe Güreş Sahası'nda devam edecek (Gerede Belediyesi, 2024). Bunun yanında Gerede'de organize edilen 13. Geleneksel Rahvan At Yarışları da yoğun katılımı gerçekleştiriliyor. Yarışlar heyecanlı geçerken, bölgedeki spor ve kültür etkinliklerine olan ilgi artıyor (Gerede Haberleri, 2024). Ayrıca Bolu'nun Mudurnu ilçesinde düzenlenen geleneksel Hacet Bayramı ve Karakucak Güreşleri de büyük ilgi görüyor. Burada küçük yaşlardan itibaren güreşe başlayan çocuklar destekleniyor ve ata sporunun yaşatılması amaçlanıyor. Sporcular, müsabakalar sırasında hem mücadele ediyor hem de centilmence davranarak bu sporun kültür ve ahlak yönünü gösteriyorlar (MSN, 2025).

Şekil 4. Bolu Spor Truzim Haritası



**Kaynak:** Yazar tarafından HGM Bolu İl Haritası kullanılarak oluşturulmuştur.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

İnsanlar, spora katılarak ya da izleyici olarak spor deneyimi yaşayabilir. Spor turizminde bir yerin tercih edilme nedenleri arasında doğal özellikler, altyapının yeterliliği ve ulaşım kolaylığı gibi unsurlar önemli rol oynar. Bolu, dört mevsimin belirgin şekilde yaşanması, zengin orman varlığı, yüksek rakımı, düşük nem oranı ve bol oksijenli temiz havasıyla spor turistleri için cazip bir yerdir. Ayrıca, doğal spor alanlarının fazlalığı sayesinde, “doğal elverişlilik” açısından öne çıkar. Kış aylarında kayak gibi kış sporlarına uygun koşullara sahip olması, sporcuların konaklayabileceği kamp alanlarının, spor salonlarının, sahaların ve parkurların bulunması da Bolu’yu tercih edilir kılar. Kendi şehirlerinde bu imkânlarla ulaşamayan yerli ve yabancı sporcular ile takımlar, kamp ve antrenman için sıkça Bolu’yu tercih etmektedir. Şehrin güçlü altyapısı ve diğer illerden kolay ulaşılabilen merkezi konumu da spor turizminde Bolu’nun tercih edilmesinde etkili olur.

Kamu kurumları, üniversitelerin ilgili bölümleri, işletme sahipleri, yeni yatırım yapmak isteyen kişiler, kulüpler, federasyonlar, gezginler, sporcular ve takımlar gibi paydaşların Bolu hakkında vereceği kararlar, bu haritayı olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilir.

Spor turizmi açısından altyapısını geliştirerek Bolu’nun güçlü yönleri ve fırsatları değerlendirilebilir, böylece şehir bir “spor kenti” hâline gelebilir. Bu durum, turizmde sezon kavramını ortadan kaldırarak yılın her döneminde turizm yapılabilmesi için önemli bir fırsat olarak görülmektedir.

## KAYNAKÇA

Argan, M. (2004). Spor ve turizm pazarlamasının kesişim noktası olarak spor turizmine kuramsal bir bakış. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 15(2), 158-168.

Beşkardeş, V. (2009). Bolu-Yedigöller yaban hayatı koruma ve geliştirme sahasında yaban hayatı yönetimi (Basılmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bolu Belediyesi. (2020). Parkur. Erişim tarihi: 10 Ağustos 2025, <http://www.dogayiseviyorum.com/parkurlar>



Bolu Belediyesi Bolu Araştırmaları Merkezi Yayınları – 18. (2014). Bolu doğa yürüyüş ve bisiklet parkurları. Erişim tarihi: 10 Ağustos 2025, [https://issuu.com/bolubelediyesi/docs/bolu\\_do\\_al\\_y\\_r\\_y\\_ve\\_bisiklet\\_park](https://issuu.com/bolubelediyesi/docs/bolu_do_al_y_r_y_ve_bisiklet_park)

Bolu İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (2020a). *Yamaç paraşütü*. Erişim tarihi: 12 Ağustos 2025, <https://bolu.ktb.gov.tr/TR-69997/yamac-parasutu.html>

Bolu İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (2020c). Bisiklet turizmi. Erişim tarihi: 9 Ağustos 2025, <https://bolu.ktb.gov.tr/TR-69991/bisiklet-turizmi.html>

Bolu İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (2021a). Dağcılık. Erişim tarihi: 10 Ağustos 2025, <https://bolu.ktb.gov.tr/TR-69990/dag-ve-doga-yuruyusu.html>

Bolu İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (2021b). Kartalkaya kayak merkezi. Erişim tarihi: 10 Ağustos 2025, <https://bolu.ktb.gov.tr/TR-366050/kartalkaya-kayak-merkezi.html>

Bolu İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (2021c). Gerede-Esentepe Arkut Dağı Kayak Merkezi. Erişim tarihi: 10 Ağustos 2025, <https://bolu.ktb.gov.tr/TR-366051/gerede-esentepe-arkut-dagi-kayak-merkezi.html>

Bolu İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (2021d). Kuş Gözetleme. Erişim tarihi: 10 Ağustos 2025, <https://bolu.ktb.gov.tr/TR-69994/kus-gozetleme.html>

Bolu Valiliği. (2025). Spor turizmi. Erişim tarihi: 9 Ağustos 2025, <http://www.bolu.gov.tr/spor-turizmi>

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>

Damalı Bayrak. (2023). 100 yıl coşkusu ralli ve baja ile Bolu'da yaşanacak. Erişim tarihi: 10 Ağustos 2025, <https://damalibayrak.net/100-yil-coskusu-ralli-ve-baja-ile-boluda-yasanacak/>

Dinçer, M. Z. (1993). *Turizm ekonomisi ve Türkiye ekonomisinde turizm*. İstanbul: Filiz Kitabevi.

Dünya Turizm Örgütü (UNWTO). (2024). 3. Dünya Spor Turizmi Kongresi. Erişim tarihi: 15 Ağustos 2025, <https://www.unwto.org/events/3rd-world-sports-tourism-congress>

Gençlik ve Spor Bakanlığı. (2019). *Spor turizmi çalıştayı*. Erişim tarihi: 15 Ağustos 2025, <https://turkiyesporturizmicalistayi.gsb.gov.tr/Sayfalar/3500/3489/i-classfas-fa-question-circle-i-bilgi-notlari.aspx>

Gerede Belediyesi. (2024). Esentepe yağlı güreşleri ve Ramazan Dede anma programı. Erişim tarihi: 12 Ağustos 2025, <https://www.gerede.bel.tr/haber/1/2397/esentepe-yagli-guresleri-ve-4-ramazan-dede-anma-programi-cumar>

Gerede Haberleri. (2024). Rahvan at yarışları. Erişim tarihi: 12 Ağustos 2025, <https://www.geredehaberleri.com/rahvan-at-yarislari-nefes-kesti.html>

- Gibson, H. J. (1998). Sport tourism: A critical analysis of research. *Sport Management Review*, 1(1), 45-76. [10.1016/S1441-3523\(98\)70099-3](https://doi.org/10.1016/S1441-3523(98)70099-3)
- Gibson, H. J., Willming, C. ve Holdnak, A. (2003). Small scale event sport tourism: Fans as tourists. *Tourism Management*, 24(2), 181-190. [https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(02\)00058-4](https://doi.org/10.1016/S0261-5177(02)00058-4)
- Kahraman, O. C. (2021). Sportif Olta Balıkçılığı Turizmi, Turizmin Penceresinden Bolu içinde. Detay Yayıncılık, Ankara.
- Küçükaslan, N. (2007). *Özel ilgi turizmi*. Bursa: Ekin Yayınevi.
- MSN. (2025). Karakucak Güreşleri. Erişim tarihi: 12 Ağustos 2025, <https://www.msn.com/tr-tr/haber/other/karakucak-guresleri-renkli-goruntulere-sahne-oldu/ar-AA1GHPod>
- Özcan, E. (2005). Bolu ilinde turizmi etkileyen faktörler ile doğal, tarihi ve kültürel turizm değerleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 55-75.
- Özdemir, M. (1992). *Turizmin Türkiye'nin sosyo-ekonomik yapısına etkileri*. Ankara.
- Ross, S. D. (2001). *Developing sport tourism: An e-guide for destination marketers and sports events planners*. National Laboratory for Tourism and e-Commerce.
- Sezgin, M. (1995). *Genel turizm: Turistik kavramlar, ekonomi, pazarlama, turizm mevzuatı*. Ankara.
- Toskay, T. (1989). *Turizm olayına genel yaklaşım*. İstanbul: Der Yayınları.
- Türkiye Otomobil Sporları Federasyonu (TOSFED). (2024). Baja Bolu nefesleri kesecek. Erişim tarihi: 10 Ağustos 2025, <https://www.tosfed.org.tr/baja-bolu-nefesleri-kesecek/>
- Yılmaz, S. (2023). *Bolu ili 2022 yılı çevre durum raporu*. T.C. Bolu Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. Erişim tarihi: 12 Ağustos 2025, <https://bolu.csb.gov.tr/il-cevre-durum-raporu-i-5679>