

UBCAK 

16.

**ULUSLARARASI
BİLİMSEL ÇALIŞMALAR
KONGRESİ**

INTERNATIONAL ACADEMIC
STUDIES CONFERENCE

**TAM METİN KİTABI
FULL TEXT BOOK**

2025

29-30 MAYIS

www.ubcakcongress.org

16.Uluslararası Bilimsel Çalışmalar Kongresi
(29 – 30 Mayıs 2025)
(UBCAK)

Tam Metin Kitabı

Editörler / Editors

Doç. Dr. Mehmet ALBAYRAK

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

Web: 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: 978-625-5909-20-6

KONGRE BAŞKANI

Doç. Dr. Mehmet ALBAYRAK

İstanbul Rumeli Üniversitesi, SHMYO, İstanbul, Türkiye

DÜZENLEME KURULU

Doç. Dr. İbrahim YILMAZ

İstanbul Rumeli Üniversitesi, SHMYO, İstanbul, Türkiye

Op. Dr. Lütfi Çağatay ONAR

T.C. Sağlık Bakanlığı, Dr. İsmail Fehmi Cümaloğlu Şehir Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Tekirdağ, Türkiye.

Op. Dr. Fatih UĞUR

Kastamonu Üniversitesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Kastamonu, Türkiye

Doç. Dr. Ülkün Ünlü ÜNSAL

T.C. Sağlık Bakanlığı, Manisa Şehir Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Manisa, Türkiye.

Doç. Dr. Mehmet BAKIRTAŞ

T.C. Sağlık Bakanlığı, Dr. İsmail Fehmi Cümaloğlu Şehir Hastanesi, Hematoloji Kliniği, Tekirdağ, Türkiye.

Dr. Öğretim Üyesi M. Furkan YÜZBAŞI

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye.

Dr. Öğretim Üyesi Tamer TAMDOĞAN

Giresun Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Ana Bilim Dalı, Giresun, Türkiye.

Op. Dr. Murat BALOĞLU

T.C. Sağlık Bakanlığı, Eskişehir Şehir Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Eskişehir, Türkiye.

Doç. Dr. Duygu YAŞAR ŞİRİN

Namık Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji Ana Bilim Dalı, Tekirdağ, Türkiye

Dr. Öğretim Üyesi Sevim ÖNDÜL

Giresun Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Ana Bilim Dalı, Giresun, Türkiye.

Doç. Dr. İsmail BOZKURT

Medical Park Ankara Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Ankara, Türkiye.

Doç. Dr. Mahir MAK

Sakarya Üniversitesi. Devlet Konservatuvarı, Çalgı Eğitimi Bölümü

BİLİM KURULU

- Prof. Dr. Zaleha ISMAIL (Universiti Teknologi Malaysia)
- Prof. Dr. Akbar Valadbigi Elmi-Karbordi University, Sanandaj, Iran
- Prof. Dr. Seokhee Cho St. John's University
- Prof. Dr. Nizami CEFEROV (Azerbaycan)
- Prof. Dr. Blagovesta IVANOVA (Bulgaristan)
- Prof. Dr. Nurşat JUMADİLOVA (Kazakistan)
- Prof. Dr. Dosay KENJETAY (Kazakistan)
- Prof. Dr. Arshi KHAN (Hindistan)
- Prof. Dr. Dimitri KİTSİKİS (Yunanistan)
- Prof. Dr. Sertan Demir (Sakarya Üniversitesi)
- Doç. Dr. Deniz Güneş (İ.T.Ü)
- Doç. Dr. Aşkın Çelik (Manisa Celal Bayar Üniversitesi)
- Dr. Deniz Köktan (Sakarya Üniversitesi)
- Doç. Dr. Hakan TEKEDERE (Gazi üniversitesi)
- Doç. Dr. Seniha Selcen BABAOĞLU AYDAŞ (Gazi üniversitesi)
- Doç. Dr. Aşkın ÇELİK (Manisa Celal Bayar Üniversitesi)
- Doç. Dr. Kutup Ata TUNCER, (Manisa Celal Bayar Üniversitesi)
- Doç. Dr. Abdulmenaf Korkutata (Çanakakle Onsekiz Mart Üniversitesi)
- Doç. Dr. Zuhal Akyürek, (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
- Doç. Dr. İbrahim Yılmaz (İstanbul Rumeli Üniversitesi)
- Doç. Dr. Numan Karaarslan (İstanbul Medeniyet Üniversitesi)
- Doç. Dr. Duygu Yaşar Şirin (Namık Kemal Üniversitesi)
- Doç. Dr. Ülkün Ünlü Ünsal (T.C. Sağlık Bakanlığı Manisa Şehir Hastanesi)
- Doç. Dr. Necati Kaplan (İstanbul Rumeli Üniversitesi)
- Doç. Dr. Gaye Özgür Çakal, (Ankara Üniversitesi)
- Doç. Dr. Deniz Türkmen (Hacettepe Üniversitesi)
- Doç. Dr. Nilay Bereli (Hacettepe Üniversitesi)
- Doç. Dr. Şebnem SOYGÜDER BATURLAR (Ege Üniversitesi)
- Doç. Dr. Nesrin TAN AKBULUT (Galatasaray Üniversitesi)
- Doç. Dr. Nebahat AKGÜN ÇOMAK (Galatasaray Üniversitesi)
- Doç. Dr. Galip SAYILOV (Azerbaycan Milli İlimler Akademisi)
- Doç. Dr. Afaq MEMMEDOVA (Bakü Devlet Üniversitesi)
- Doç. Dr. Zuhal AKMEŞE (Dicle Üniversitesi)
- Doç. Dr. Özgür ALTINDAĞ (Dicle Üniversitesi)

Doç. Dr. Müsemma Alagöz KARABEL(Dicle Üniversitesi)

Doç. Dr. Serkan Arslan (Dicle Üniversitesi)

Doç. Dr. Erol Başuyuş(Dicle Üniversitesi)

Doç. Dr. Seher Tetik Işık

Doç.Dr. Mehmet Sait İçen(Dicle Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Nevzat Gönder , (Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Tıp Fakültesi)

Dr. Öğr. Üyesi Gökalg Güzel, (Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Tıp Fakültesi)

Dr. Öğr. Üyesi Leyla Çimen , (Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Tıp Fakültesi)

Dr. Öğr. Üyesi Rukiye Çiftçi , (Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi tıp Fakültesi)

Dr.Öğr. Üyesi Lale TÜRKMEN (Gazi üniversitesi)

Dr.Öğr. Üyesi Aydın KIVANÇ (Gümüşhane Üniversitesi)

Dr.Öğr. Üyesi Ceren OKTAR (Gazi üniversitesi)

Dr.Öğr. Üyesi Can DOĞAN (Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi)

Dr.Öğr. Üyesi Seçil SOYTOK NALÇACI (Manisa Celal Bayar üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Ceren Oktar, Gazi Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Tutumlu, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Alp Yürüm, Sabancı Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi İlkay NİŞANCI (İstanbul Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Perihan TAŞ ÖZ (İstanbul Kültür Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Cem YILDIRIM (İstanbul Ayvansaray Üniversitesi)

Dr. Gollar Troïan Aix-Marseille University -Marseille, FRANCE

Dr. Haleh Parsa University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia

Dr. Mustafa Azizoğlu

Dr. Bülent Polat (MEB)

1. Gün

1. Oturum

salon1 (1. Gün - 1. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Prof.Dr. Alper Veli Çam		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
9:00	Prof.Dr. Alper Veli Çam - Uzman Serhat Ertoy	İnsan ve Yapay Zekânın Mutfaktaki İşbirliği: Geleceğin Gastronomisine Bir Bakış
9:15	Aslıhan Yetiş Abalı	Rehberlik Servislerinin Kriz Yönetimine İlişkin Öğretmen Görüşleri
9:30	Yeşim Işıldak	Sınıf Öğretmeni Adaylarının Çalışma Ortamlarına Hazır Olma Durumlarının Belirlenmesi: Kırsal Bölge
9:45	Dr. Öğretim Üyesi Cemal Sandıkcı	Nezakat ve Kur'ân'da Nezaketin Kavramsal Çerçevesi
10:00	Öğr.Gör. Gülten Özgün - Doç.Dr. Ayla Açıkgöz - Dr. Öğretim Üyesi Sevda Demiröz Yıldırım	Sağlık Teknikerliği Öğrencilerinin Sağlık Okuryazarlığı Düzeylerinin ve İlişkili Faktörlerin Belirlenmesi

salon 2 (1. Gün - 1. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Hasan Gürkan		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
9:00	Dr. Hasan Gürkan - Ahmet İsa Taner - Defne Su Akar - Gülbanu Dal	Slow Food Hareketi ve Sürdürülebilir Gastronomi Turizmi: Yeryüzü Pazarı Tarsus Örneği
9:15	Doç.Dr. Handan Güler İplikçi	İhap Hulusi Görey'in İş Bankası Afişleri: Cumhuriyet Dönemi Türkiye'sinde Sanat ve Reklamın Kesişimi
9:30	Doç.Dr. Handan Güler İplikçi	Manisa'nın Tanıtımında Görsel ve İşitsel İçeriklerin Gücü*
9:45	Doç.Dr. Tuncay Oral	Yerel Halkın Üniversiteye ve Üniversite Öğrencilerine Bakış Açısı İle Üniversite Öğrencilerinin İlçe Yaşamından Memnuniyet Düzeylerinin İncelenmesi: Pamukkale Üniversitesi Kale Meslek Yüksekokulu Örneği
10:00	Ferda Akgül Çelikel - Doç.Dr. Ümit İzgi Onbaşılı	Etwinning ve Erasmus+ Proje Deneyimlerinin Kültürel Zekâ ve Kültürel Farkındalığa Katkılarına İlişkin Sınıf Öğretmenlerinin Görüşleri: Nitel Bir Araştırma

salon 3 (1. Gün - 1. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Oruç Baykara		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
9:00	Araştırmacı Sude Güner - Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Oruç Baykara	Türkiye'deki Plastik Dağılımının Kirliliğinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla İncelenmesi
9:15	Hüseyin Türkmendağ - Prof.Dr. Tahsin İlhan	Bilişsel Davranışçı Terapi Bağlamında Umut Işığım Film Analizi
9:30	Hüseyin Türkmendağ - Prof.Dr. Hakan Sarıçam	İnternet Ortamının Yeni Problemi: Sharenting Bir Olgu Sunumu
9:45	Sıla Burcu Kurt	Devletin Etkin Soruşturma Yükümlülüğünde “makul Hız” Şartı
10:00	Elif Nur Gökçay - Dr. Mehmet Oruç Baykara	Sarayköy Jeotermal Alanında Termal Turizm

salon 4 (1. Gün - 1. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Prof.Dr. Burcu Sezginsoy Şeker		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
9:00	Doç.Dr. Ümit İzgi Onbaşılı - Prof.Dr. Burcu Sezginsoy Şeker - Öğr.Gör. Hélène Claeys	Öğretmen Eğitiminde Sürdürülebilirlik Eğitimi: Bir Etwinning Deneyimi
9:15	Yeşim Işıldak	Sınıf Öğretmenlerinin Davranışsal Sorunlara Müdahale Yaklaşımlarının Belirlenmesi
9:30	Nilda Çağan - Prof.Dr. Nida Bayındır	Sınıf Öğretmenlerinin Özel Yetenekli Öğrencileri Keşfetme Yollarının Belirlenmesi
9:45	Doç.Dr. Deniz Kundakçı	Keynes'in "Hedefe Kilitlenmiş İnsan" Tipolojisinin Ahlaki Değerlendirmesi

2. Oturum

salon1 (1. Gün - 2. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. Fatih Pala		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
10:30	Doç.Dr. Fatih Pala	Sosyal Bilgiler Öğretiminde Üstün Yetenekliler İçin Fırsatlar ve Engeller
10:45	Doç.Dr. Engin Coşkun	Reklamcılıkta Aı Kullanımı ve Örnekleri
11:00	Doç.Dr. Engin Coşkun	Pazarlama İletişimi Araştırmalarına Sistematik Bir Yaklaşım
11:15	Arş.Gör.Dr. İlknur Günel	Fenikeliler ve Mor Boya Sanayisi: Akdeniz’de Ekonomik Bir Güç Aracı
11:30	Oğuzhan Altın	Mö I. Binyılda Güneydoğu Anadolu ve Kuzey Suriye’de Güç Mücadelesi: Frig, Geç Hitit ve Yeni Asur İlişkileri

salon 2 (1. Gün - 2. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Ömer Faruk Karaman		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
10:30	Meryem Ülkü Aygöl - Dr. Öğretim Üyesi Ömer Faruk Karaman	Afetlerin Sınıflandırılmasına Uluslararası Bakış
10:45	Araştırmacı Beyza Elgin - Araştırmacı Begüm Şahin - Dr. Öğretim Üyesi Merve Çakınberk	Ortaöğretimde Astronomi Eğitiminin Durumu
11:00	Doç.Dr. Ramazan Bulut	Modern Toplumda Dinsel Gruplara Yönelim ve Mensubiyetin Dinamikleri: Sosyo-Psikolojik Bir Değerlendirme
11:15	Fatma Nur Karaarslan - Doç.Dr. Ümit İzgi Onbaşılı	Türkiye'de Eğitimde Teknoloji Kabul Modeli Üzerine 2010-2024 Arası Tez Çalışmalarının Sistematiik Analizi
11:30	Doç.Dr. İlhan Yandı	Covid-19 Pandemisinin Dünya ve Türkiye Konteyner Pazarına Etkileri

salon 3 (1. Gün - 2. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. Hacı Hayrettin Tıraş		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
10:30	Doç.Dr. Hacı Hayrettin Tıraş	Türkiye'nin Türk Cumhuriyetleri ile Olan Dış Ticaretinin Gelişimi
10:45	Suraya Yavuz - Doç.Dr. Şule Özün	Abdulrazak Gurnah'ın Deniz Kenarında Adlı Eserinde Çifte Bilinç
11:00	Huma Nur Doyran - Dr. Mehmet Oruç Baykara	Acıpayam Ovası Paleocoğrafyası
11:15	Yusuf Güney - Prof.Dr. Nida Bayındır	Sınıf Öğretmenlerinin Ders Kaynaklarına Erişim Yollarının Belirlenmesi
11:30	Ramazan Çalık - Prof.Dr. Nida Bayındır	Öğretmen Adaylarının Lisansüstü Eğitime Yönelimlerini Etkileyen Faktörler

salon 4 (1. Gün - 2. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Prof.Dr. Fatma Aydın Akgün		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
10:30	Prof.Dr. Fatma Aydın Akgün - İsmayıl Farajı	Tekil Sınır Değer Problemlerinin Çözümü İçin Green Fonksiyonuna Dayalı Yinelemeli Bir Yaklaşım
10:45	Recep Akyüz - Bilge Ozturk	Otomotivde Güncel Zorluk: Euro 7 Fren Partikül Emisyonları
11:00	Tunahan Özyer	Otomotiv Endüstrisinde Fitol Sistemlerinin Sınıflandırılması, Tasarımı, Malzeme Seçimi ve Performans Doğrulaması
11:15	Atahan Gen - Çağrı Gençol	Eksenel Yüke Maruz Kalan Kaynaklı Somunlarda Görülen Projeksiyon Kaynak İşlemi Zorlukları
11:30	Uzman Vahdet Özdemir - Uzman Fatma Sirkeci	Otomotivde Plastik Parçaların Termal Genleşmesi ve Çevre Parçalar Üzerindeki Etkisi

3. Oturum

salon1 (1. Gün - 3. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. Erhan Çiloğlu		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
12:00	Doç.Dr. Erhan Çiloğlu	Açık Deniz Platformları, Türkiye'nin Enerji Gereksinimi ve Faaliyetleri
12:15	Sena Ergenç - Prof.Dr. Ali Gül	Lise Öğrencilerinin Çevre Sorunlarına Yönelik Farkındalık ve Davranış Düzeyleri Üzerinde İstilacı Tür Kavramının Etkisi
12:30	Doç.Dr. Celal Hayır	Sosyal Medya Platformlarının Bireylerin Tüketim Alışkanlıkları Üzerinde Olan Etkisinin İncelenmesi
12:45	Doç.Dr. Celal Hayır	Sosyal Medya Kullanımının Bireylerin Yaşamında Yarattığı Olumsuzluklar Üzerine Bir İnceleme
13:00	Hüsra Özdemir	Mesleki Eğitim Merkezi Öğrencilerinin Matematiksel Düşünme Düzeylerinin Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi

salon 2 (1. Gün - 3. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. Yasemin Hancıoğlu Başköy		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
12:00	Şule Egemen - Doç.Dr. Yasemin Hancıoğlu Başköy	Türkiye'de Dijital Medya ve Sosyal Ağların İletişime Etkisi
12:15	Hacer Uyğur	Suriyeli Mültecilerin Yetkinlik İnançlarının Birikimli Travma Düzeyleri ile İlişkisi
12:30	Dr. Aykut Dalak	Türk Dünyasının Kültürel Birliği İçin İsmail Gaspıralı'nın Fikirleri ve Çalışmaları
12:45	Dr. Aykut Dalak	Sir Arthur Hardinge'in İstanbul Gözlemleri
13:00	Araştırmacı Tayyip Seyfi	Osmanlı Padişahlarının Karakteristik Özelliklerinin Siyasi ve Psikolojik Etkileri

salon 3 (1. Gün - 3. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. Nagihan Durusoy Öztepe		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
12:00	Özlem İzmirlioğlu - Doç.Dr. Nagihan Durusoy Öztepe	Sosyal Sigorta Prim Teşviklerinin İstihdam Üzerindeki Etkisi ve Uygulama Sorunları
12:15	Araştırmacı Meltem Ak - Dr. Öğretim Üyesi Tuba Mumcu	Okul Öncesi Eğitim Programlarının Değerlendirme Boyutuyla Karşılaştırmalı Analizi: 2013, 2024 Eçe ve 2024 Maarif Modeli
12:30	Öğr.Gör. Kenan Saplıoğlu	Osmanlı İmparatorluğu'nun Akdeniz Politikası: Deniz Hâkimiyeti ve Kaçırılan Küresel Fırsatlar
12:45	Naqibullah Qaratash	Afganistan Türkmen Atasözlerinde Değerlerin Aktarımı
13:00	Öğr.Gör. Kenan Saplıoğlu	Koruma Sorumluluğu İlkesinin Libya'da Uygulanması: Hukuki Meşruiyet ve Reel-Politik Tartışmalar

salon 4 (1. Gün - 3. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
12:00	Mehmet Güven	Otomobil ve Hafif Ticari Araç Kapılarındaki Aşırı Çarpma ve Yanlış Kullanım Takozları
12:15	Ömer Faruk Yücel - Furkan Alemdar	Tolerans Analiz Yöntemlerine Göre Gap&flush Kalite Optimizasyonu
12:30	Ahmet Akman - Cem İçier	Emea'dan Nafta Pazarına Araç Adaptasyonu: Gösterge Paneline Odaklı Teknik ve Mühendislik Değerlendirmesi
12:45	Uzman misra Nur Özcan	Boyut ve Amaca Göre Araç Amblemleri İçin Bağlantı Yönteminin Seçimi
13:00	Uzman Merve Boladınlı Asa - Uzman Fatma Sirkeci	Using of Cad Automation in Vehicle Development in the Automotive Industry

4. Oturum

salon1 (1. Gün - 4. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Belis Gülay		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
13:30	Dr. Öğretim Üyesi Belis Gülay	Havalimanı İşletmeciliğinde Sosyal Sorumluluk: Teorik Çerçeve ve Uygulama Boyutu
13:45	Araştırmacı Rihem Mecheri	Neden “bir Arap’ı Öldürmek” Müzik, Medya Temsili ve Devlet Davranışı Arasındaki Etkileşimin Analizi
14:00	Doç.Dr. Kamil Doğancı - Araştırmacı Sinem Erbab - Araştırmacı Bahar Yücel	İonia Polislerinin Kuruluş Süreci ve Lokalizasyon Meselelerine Eleştirel Bir Bakış
14:15	Zübeyt Tugay	Yerel Yönetimlerde Katılımcı Demokrasi Bağlamında Kent Konseyleri Beyoğlu Kent Konseyi
14:30	Doç.Dr. Okay Pekşen	Eski Mezopotamya Topluluklarında Ahşap Kullanımı ve Önemi

salon 2 (1. Gün - 4. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Mahmut Polat		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
13:30	Dr. Öğretim Üyesi Mahmut Polat	Araştırma Tabanlı Fen Öğretimi Öz Yeterlik Puanlarının Laboratuvar Hakkındaki Metaforik Algılara Göre Değişimi
13:45	Hüsra Özdemir - Dr. Öğr. Üyesi Furkan Özdemir	Mesleki Eğitim Merkezi Öğrencilerinin Matematiksel Akıl Yürütme Becerilerinin İncelenmesi
14:00	Dr. Öğretim Üyesi Sezer Şimşek	İstanbul'un Toplumsal Tarihine Katkı: 1950'li Yıllarda Kurulan İstanbul Hemşeriler Cemiyeti'nin Programı ve Faaliyetleri
14:15	Yurdagül Kıymaz	Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Bilişsel Esneklik Düzeyi ve Kitap Okuma Alışkanlıkları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi
14:30	Hacernur Yolcu	Ceza Hukuku Yoluyla Çevrenin Korunması (Tck Madde 181 Kapsamında)

salon 3 (1. Gün - 4. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Funda Kıvrıkoğlu		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
13:30	Araştırmacı Betül Turaman - Dr. Öğretim Üyesi Funda Kıvrıkoğlu	Karanlık Üçlü Kişilik Özelliklerinin Algılanan Duygusal İstismar ile İlişkisinin İncelenmesi
13:45	Merve İrem Şen	Türkiye’de Vergi Affı Uygulamalarının Hukuki Niteliği ve Anayasal Çerçevesi
14:00	Züleyha Erdoğan - Dr. Mehmet Oruç Baykara	Colossae Antik Kenti ve Honazda Traverten Tufa Oluşumu
14:15	Araştırmacı Ayşenur Kalkan - Dr. Öğretim Üyesi Tuba Mumcu	Türkiye’de Sayı Hissi Alanında Yazılan Lisansüstü Tezlerin İçerik Analizi
14:30	Şeyma Mutlu - Prof.Dr. Nida Bayındır	Sosyal Duygusal Öğrenme Becerilerinin Önemi: Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Kapsamında

salon 4 (1. Gün - 4. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
13:30	Enes Cebe	Otomotiv Gövde Üretiminde Yapıştırma Teknolojilerinin Artan Kullanımı
13:45	Enes Cebe	Otomotiv Sektöründe Modüler Gövde Yapıları ve Platform Stratejileri (2015-2025)
14:00	Tahsin Batuhan Yılmaz - Enes Cebe	1980'lerden Günümüze Body-In-White (Bıw) Malzeme Dönüşümü ve Araç Ağırlığına Etkisi: Teorik Bir İnceleme
14:15	İbrahim Sina Kızmaz	Otomotiv Sektöründe Cam Kaldırma Sistemleri
14:30	Yağız Selçuk - Enes Cebe	Otomotiv Gövde Mühendisliğinde Yeni Nesil Sac Teknolojileri: Tailor Welded, Tailor Rolled ve Patchwork Blanks Uygulamaları

5. Oturum

salon1 (1. Gün - 5. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Öğr.Gör. Hakan Kılıcı		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
15:00	Öğr.Gör. Hakan Kılıcı	Depo İşletmelerinde Bilgi Teknolojilerinin Kullanımının Sipariş Teslimatlarının Süresine Etkileri: Kuramsal Bir Çalışma
15:15	Doç.Dr. Okay Pekşen	Asurluların Politik Anlayışında Yeni Yıl Bayramı'nın Etkisine Dair Değerlendirmeler
15:30	Ahmet Yelatan	Celâleddin Es-Süyûtî'nin Bilimsel Tefsirdeki Yeri
15:45	Doç.Dr. Melis Yalçın	Akademik Çalışmaların Kent Markalaşması Üzerindeki Rolü: Manisa İli Üzerine Bibliyometrik Bir İnceleme
16:00	Fikriye Haliloğlu	'oedipus Rex' An Immortal, Ideal Tragic Hero

salon 2 (1. Gün - 5. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Mahmut Polat		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
15:00	Dr. Öğretim Üyesi Mahmut Polat - Eylem İpek Erol	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Duygusal Zekâ Puanlarının Laboratuvar Hakkındaki Metaforik Algılara Göre Değişimi
15:15	Dr. Öğretim Üyesi Ahmet Baran Yılmaz	Üniversite Öğrencilerinin Ekonomi Okuryazarlık Düzeyleri Üzerine Bir Uygulama: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Gevaş Meslek Yüksekokulu Örneği
15:30	Dr. Mehmet Fatih Dinçaslan	Gagavuz Türkçesindeki Alıntı Sözcüklerde İkincil Uzunlukların Fonetik İzleri: “arapça ve Farsça Örnekler”
15:45	Begüm Dağlı - Dr. Öğretim Üyesi Cüneyt Belenkuyu	Eğitimde Dönüşüm: Öğretmen Liderliğinin Okulların Değişime Açıklık Düzeylerine Etkisi
16:00	Doç.Dr. Mustafa Işık	1776-1777 Yılı Akkirman Kazası’ndaki Cizye Mükellefleri ve Gelirleri

salon 3 (1. Gün - 5. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Prof.Dr. Elif Yüksel Oktay		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
15:00	Prof.Dr. Elif Yüksel Oktay - Elif Özdemir	Özel Sektör İşletmelerinin Sürdürülebilirliğinde İnsan Kaynakları Yönetiminin Değişen Roller
15:15	Dr. Esin Kumral Terzi	Avrupa’da Göçün Altın Çağı ve Misafir İşçiler (1945-1973)
15:30	Dr. Esin Kumral Terzi	Cumhuriyet Türkiye’sinde Nesil Politikaları ve Çocuk Meselesi
15:45	Doç.Dr. Gürol Yokuş - Erol Mert Yurdakul	Programın Kalbi Başka Nasıl Atabilir' Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Üzerinde Özgün Bir Perspektifle Yeniden Düşünmek
16:00	Dr. Öğretim Üyesi Ahmet Baran Yılmaz	Üniversite Öğrencilerinin Kripto Para Tutum ve Bilgi Düzeylerinin Ölçümü: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Gevaş Meslek Yüksekokulu Örneği

salon 4 (1. Gün - 5. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
15:00	Ferhat Can Köse - Enes Cebe	Otomotiv Sac Gövdeleri İçin Kaplama Teknolojileri ve Uygulama Alanları
15:15	Emel Ozkan - İrem Karaca - Ömer Fatih Kara	Araç Dış Aydınlatmalarında Antifog Kaplama Prosesi
15:30	Araştırmacı Kübilay Öztürk - Araştırmacı Beyzanur Erdem	Investigation of Tiger Stripes On Large Surface Area Polymer Parts Produced by Injection Molding Method
15:45	Gökтуğ Bakan - Selin Yurtseven	Elektrikli Araçlar İçin Gövde Hareketli Parçaların Gelecek Trendleri
16:00	Araştırmacı Mustafa Tüfekçi	Elektrikli Araçlarda Tekerleğin Açılma Kursu Boyunca Oluşan Ön Süspansiyon Sesinin İyileştirilmesi

2. Gün

1. Oturum

salon1 (2. Gün - 1. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
9:00	İbrahim İnan - Onur Onarlar - Zafer Güler - Mustafa Başdar	Egzoz Bağlantı Braketinin Sonlu Elemanlar Modal Analizi Yardımlarıyla Tasarımı ve Geliştirilmesi
9:15	Araştırmacı Serena Çevikel - Araştırmacı Barış Şenol	Safety Validation of Automotive Airbags: Methods, Objectives, and Performance Assessment
9:30	Aziz Kenan Sert	Menteşeli Yan Kapılarda, Yapısal Ağırlığın Boşluk & Profil Değerlerine Etkisi ve Optimizasyon Yaklaşımları
9:45	Muhammet Zahit Öncü - Dr. Birtan Güler	Otomotiv Gaz Pedalı Pull-Up ve Pull-Down Sensör Teknolojilerinin Sistemsel Etkileri ve Analizi
10:00	Uzman Ayşe Bamur	Assembly Methods and Process of Reinforcement&nut for Automotive

salon 2 (2. Gün - 1. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. Özlem Eğri		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
9:00	Arş.Gör. Mustafa Caner Karaaslan - Doç.Dr. Özlem Eğri	Evaluation of In-Vitro Efficacy of Peg/pcl Nerve Conduits Containing Bergamot Oil and Coo/nio3 Nanoparticles On C6 Neuroglioma Cells
9:15	Arş.Gör. Mustafa Caner Karaaslan - Doç.Dr. Özlem Eğri	Fabrication of Composite Nerve Conduits Containing Metal Oxide Nanoparticles by Coaxial Electrospinning for Peripheral Nerve Regeneration
9:30	Uzman Büşra Güleç - Uzman Selvi Naz Çetin - Uzman Deniz Akay Özyanık - Uzman Berkay Cedatış	Çoklu Karakterizasyon Teknikleri Kullanılarak Bileşen Düzeyinde Saf ve Geri Dönüştürülmüş Pa66md15'in Karşılaştırmalı Analizi
9:45	Zübeyir Ramazan Aktaşgil - Fırat Aras	Önden Çarpışma Performanslarında Çarpışma Traversinin Etkisi
10:00	Uzman Nur Yaren Yılmaz - Uzman Uğur Üzel	Otomotiv Uygulamalarında Kullanılan Verniklerde Sararma Sorunu: Nedenleri, İyileştirme Yöntemleri ve Alternatif Çözümler

salon 3 (2. Gün - 1. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Prof.Dr. Fatma Aydın Akgün		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
9:00	Prof.Dr. Fatma Aydın Akgün - Zeynep Hüba Karaoğlu - Ece Su Birer	Furevercare: Kapsamlı Evcil Hayvan Bakım Hizmetleri İçin Mobil Uygulama
9:15	Dr. Öğretim Üyesi Sevinç Akçay	Morphea'da Ortak Biyobelirteçlerin Ortaya Çıkarılması: Karşılaştırmalı Transkriptomik ve Ağ Tabanlı Bir Yaklaşım
9:30	Doç.Dr. Ahmet Özkaya - Araştırmacı Aynı Zeliha Türkan	Bisfenol A'ya Maruz Kalan Sıçan Karaciğer Dokularında Hesperetin'in Lipit Peroksidasyon, Glutasyon-S- Transferaz ve Karboksil Esteraz Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri
9:45	Şazimet Sinem Aycan	Düşük Yüzey Enerjisine Sahip Polimer Yüzeylerde Yapıştırıcı Bağını Geliştirmeye Yönelik Yüzey İşlem Stratejileri
10:00	Kerem Güçyetmez - Dr. Öğretim Üyesi Salih Sarıcaoğlu	Topraktan İzole Edilen Np2h9, Np2h24, Np2h37 ve Np2h39 Bakteri Suşlarının Moleküler Karakterizasyonu ve Yeni Tür Olma Potansiyellerinin Belirlenmesi

salon 4 (2. Gün - 1. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Keriman Yıldız Keriman		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
9:00	Öğr.Gör. Dr. Keriman Yıldız - Öğr.Gör. Döndü Koyuncuoğlu	Türkiye’de Hasta Bireylerde Refeeding Sendromu ile İlgili Hemşirelik ve Hekimlik Lisansüstü Tezlerinin Bibliyometrik İncelenmesi
9:15	Dr. Öğretim Üyesi Didem Şahin Ceylan - Dr. Yusuf Taşçı - Öğr.Gör. Gökçe Gültekin - Öğr.Gör. Yeter Saçlı - Arş.Gör. Busemnaz Avşar Aksu - Cemresu Çam - Müberra Sariali - Rabia Kazan	Okul Çağı İşitme Taramaları: Üsküdar İlçesi Ön Bulgular
9:30	Dr. Ekrem Özdemir - Dr. Oya Olcay Özdeş - Dr. Öğretim Üyesi Hüseyin Utku Özdeş	İdiopatik Oluşumlu Rice Body Cisimciklerine Bağlı Rotator Cuff Yırtığı; Nadir Bir Olgu Sunumu
9:45	Arş.Gör. Tayyip Bıçer - Dr. İbrahim Arslan - Doç.Dr. S.Kutalmış Büyük	Yenidoğan Dudak-Damak Yarığı Tedavisinde 3d Baskı ile Üretilmiş Nazoalveolar Molding Aparenti: Olgu Sunumu
10:00	Prof.Dr. Alper Veli Çam - Uzman Kiraz Yücedağ	Sağlık Bilgi Sistemlerinin Sağlık Yönetimi Ders Müfredatı Açısından İncelenmesi

2. Oturum

salon1 (2. Gün - 2. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
10:30	Uzman Merve Vatansever - Uzman Büşra Efe Kartalmış - Uzman Fikri Mutlu - Uzman Samet Çalışan - Uzman Burak Oğraş	Çinko Kaplamalı Trip 800 Mag Kaynaklı Çeliğin Sıvı Metal Gevrekliği (Lme) ve Askı Spin Çinko Lamelar Kaplama ile Çözümü
10:45	Atıf Pehlivan - Mahmut Can Örtlek	Otomotiv Tasarımının Erken Aşamalarında Vites Yerleşimi İçin Kullanıcı Merkezli Tasarım Hususları
11:00	Şaban Koç - Erhan Yaman	Impacts of 12v and 48v Mild Hybrid Batteries On Vehicle Architecture
11:15	Araştırmacı Alaeddin Türkmen - Araştırmacı Ahmet Çay	Adres Standardizasyonu İçin T5 Tabanlı Büyük Dil Modelinin Değerlendirilmesi: Metin Benzerliği ve Coğrafi Uzamsal Tutarlılık Kullanan Kural Tabanlı Yöntemlerle Bir Karşılaştırma
11:30	Yüksel Ekin Durdemir - Dila Ercengiz - Ayşe Gülsüm Kaynar - Özgenur Gözen - Kader Çömlekçi	Pankreatin Tablette Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi İçin Titrimetrik Yöntemlerin Geliştirilmesi

salon 2 (2. Gün - 2. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. Selçuk Alp		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
10:30	Araştırmacı Berati Şaban Genç - Doç.Dr. Selçuk Alp	Makine Öğrenmesi Yöntemleri İle Otomotiv Satış Rakamlarının Tahminlenmesi
10:45	Halil İbrahim Sancar - Fırat Aras	Araç Tamponunda Plakalık ve Çarpışma Sönümleyici Parçalarının Un R127 03 Kapsamında Üst Bacak Formu Performansına Etkisi
11:00	Tamer Aydın - Uğurcan Serbest	Frenleme ve Hızlanma Yükleri Altında Ön Süspansiyon Alt Şaselerinde Dikiş Kaynaklı Yorulma: Entegre Deneysel-fea Analizi
11:15	Araştırmacı Betül Bayraktar - Dr. Öğretim Üyesi Salih Sarıcaoğlu	Farklı Adalardan İzole Edilen Aktinobakterilerin Antimikrobiyal Aktivite ve Bitki Gelişimini Teşvik Etme Yeteneklerinin Belirlenmesi
11:30	Araştırmacı Betül Bayraktar - Dr. Öğretim Üyesi Ahmet Rıdvan Topkara - Dr. Öğretim Üyesi Salih Sarıcaoğlu - Öğr.Gör. Ali Tokatlı - Prof.Dr. Kamil Işık	Marmara ve Avşa Adaları'ndan İzole Edilen Nadir Aktinobakterilerin Biyoaktivitelerinin Belirlenmesi

salon 3 (2. Gün - 2. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Prof.Dr. Mustafa Özgür Bora		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
10:30	Araştırmacı Elanur Ozun - Araştırmacı Reyhan Ceylan - Prof.Dr. Mustafa Özgür Bora - Doç.Dr. Eser Yazar - Prof.Dr. Onur Çoban - Prof.Dr. Tamer Sınmazçelik - Arş.Gör.Dr. Togayhan Kutluk	Nano Silika Takviyesinin Epoksi Yapıştırıcı Performansına Etkilerinin DeneySEL ve Sayısal Analiz Yöntemleriyle İncelenmesi
10:45	Araştırmacı Fatma Karakuş	Maleat Türevli Polikarboksilatların Sentezi ve Betona Etkilerinin İncelenmesi
11:00	Reyhan Ceylan - Elanur Ozun - Prof.Dr. Mustafa Özgür Bora - Doç.Dr. Eser Yazar - Prof.Dr. Onur Çoban - Prof.Dr. Tamer Sınmazçelik - Arş.Gör.Dr. Togayhan Kutluk	Epoksi Reçinelerde Nano Silika ve Cam Fiber Takviyesinin Mekanik Özelliklere Etkisi
11:15	İlbey Kale	Hafif Ticari Araçlar İçin Sürücü Koltuğu Tasarımında Fonksiyonel Analiz Yaklaşımı
11:30	Ahmet Sefil	Bazı Aktinobacteria Suşlarının Moleküler Yöntemle Taksonomik Pozisyonlarının ve Yeni Tür Olma Potansiyellerinin Belirlenmesi

salon 4 (2. Gün - 2. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Prof.Dr. Nuran Güler		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
10:30	Dr. Öğretim Üyesi Bahar Türkmenoğlu - Prof.Dr. Nuran Güler	Lezbiyen, Gey, Biseksüel, Trans ve İnterseks Mahkûmların Cezaevlerinde Karşılaştığı Zorluklar ve Cezaevi Hemşireliği
10:45	Dr. Öğretim Üyesi Merve Nezir - Esra Güler Arslan - Doç.Dr. Hanife Altınışik	Ev-Tipi Ağartma Ajanının Farklı Bulk-Fill Rezin Kompozitlerin Mekanik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin İn-Vitro Olarak Değerlendirilmesi
11:00	Uzman Funda Ceylan Dalyan	Müzik Terapisinin Travma Sonrası Stres Bozukluğuna Etkisi
11:15	Dr. Öğretim Üyesi Faruk Serhatlıoğlu	Hemodiyaliz İçin Tek Merkezde Arteriovenöz Fistül Sonuçları

3. Oturum

salon1 (2. Gün - 3. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. Murat Koparan		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
12:00	Doç.Dr. Murat Koparan	Doğrusal Olmayan (Nkdv) Denkleminin Çözümleri İçin Çok Ölçekli Açılım Metodu
12:15	Dr. Öğretim Üyesi Onur Kılıç	Plastik Malzemelerin Mobilya Üretimindeki Yeri
12:30	Doç.Dr. Murat Koparan	Modifiye Edilmiş Lineer Olmayan Schrödinger Denkleminin (Mnl) Sawada-Kotera and Kaup-Kupershmidt Denklemlerinin Türetilmesi
12:45	Müzeyyen Nur Kaplan - Fırat Aras	Structural Classification of Vehicle Behavior in Ihs Small Overlap Crashes
13:00	Müzeyyen Nur Kaplan	Comparative Review of Legform Impactors for Pedestrian Safety

salon 2 (2. Gün - 3. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Prof.Dr. Fatih Vehbi Çelebi		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
12:00	Muhammed Esat Memiş - Dr. Ayşe Keleş - Prof.Dr. Fatih Vehbi Çelebi	Yorumlanabilir Araba Görüntüsü Sınıflandırması İçin Kavramsal Darboğaz Modelleri (Cbm)
12:15	Doç.Dr. Sevim Durak - Dr. Öğretim Üyesi Merve Arslantaş	Sturm-Liouville Operatörü İçin Ters Nodal Problem
12:30	Ebrunur Fidan - Prof.Dr. Murat Yazıcı	Rejeneratif Frenlemeye Dayalı Tek Pedal Sürüşün Taşıtın Dinamik Performansına Etkisi
12:45	Uzman Berk Ersezen	Otomotiv Endüstrisinde Yaygın Olarak Kullanılan %15 Talk Eklentili Pp (Polipropilen) Malzemeninin Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Geri Dönüşüm Katkı Maddesinin Etkisi
13:00	Mizrob Jamil Nazırzoda - Doç.Dr. Emine Aydın	Levha Takviyesi ile Güçlendirilmiş Çelik Kirişlerin Eğilme Davranışlarının Sonlu Elemanlar Yöntemi ile İncelenmesi

salon 3 (2. Gün - 3. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. İskender İnce		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
12:00	Rümeysa Çamlıca - Dr. Ayça Mehmetoğlu Al - Doç.Dr. İskender İnce	Timokinon Yüklü Nanopartiküllerin Sentezi ve Karakterizasyonu
12:15	Dr. Öğretim Üyesi Nuray Özkaraca Özalp - Prof.Dr. Hicran Hanım Halaç	Tarihi Silüetlere Olumsuz Etki Oluşturan Müdahaleler: Uluslararası Örnekler Üzerinden Bir İnceleme
12:30	Dr. Öğretim Üyesi Nuray Özkaraca Özalp - Prof.Dr. Hakan Arslan	Düzce Üniversitesi Konuralp Yerleşkesi ve Yakın Çevresinin Mekânsal Gelişimi Üzerine Bir İnceleme
12:45	Özgenur Yıldız - Dr. Öğretim Üyesi Murat Önder	Antalya Carrefour ve Türkay Kavşaklarının Akıllı Trafik Sistemleri İle Optimizasyonu: Arter Kavşaklar Olarak Los Seviyelerinin Karşılaştırmalı Analizi
13:00	Ali Bağ - Fulya Bağ - Esra Albayrak - Dr. Öğretim Üyesi Orhan Uluçay	Farmasötik Üretimde Hplc Destekli Temizlik Validasyonu: Güvenilirliğin Ölçütleri

salon 4 (2. Gün - 3. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. Nesrin Saruhan Köse		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
12:00	Arş.Gör.Dr. Ozan Bıçer - Doç.Dr. Nesrin Saruhan Köse	Odontojenik Keratokistlerin Yönetiminde 5-Florourasilin Rolü
12:15	Öğr.Gör. Dr. Keriman Yıldız - Öğr.Gör. Döndü Koyuncuoğlu	Maliyet Etkin Bir Oyun Tasarımı: Objeleri Sahadan Çıkarma (Oçık)
12:30	Dr. Öğretim Üyesi Burcu Akkurt - Prof.Dr. Arzu Razak Özdiñler - Dr. Öğretim Üyesi Anıl Tosun	Dans Konseptli Hareket Terapisinin Uyku Kalitesi, Stres, Baş Ağrısı ve Yaşam Kalitesi Üzerine Etkileri
12:45	Araştırmacı Kevser Cüre - Arş.Gör. Merve Gürboğa - Prof.Dr. Özlem Bingöl Özakpınar - Dr. Öğretim Üyesi Ayfer Beceren	Pimozidin Kolorektal Kanseri Hücrelerinde Antiproliferatif ve Apoptotik Etkisinin Araştırılması
13:00	Doç.Dr. Yalçın Kanbay - Dr. Aysun Akçam - Doç.Dr. Burcu Arkan	Algoritmalarından Benliğe: Algoritmik Yabancılaşma Üzerine Nitel Bir İnceleme

4. Oturum

salon1 (2. Gün - 4. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Onur Kılıç		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
13:30	Dr. Öğretim Üyesi Onur Kılıç	Piezoelektrik Malzemelerin Mimarideki Potansiyelinin İncelenmesi
13:45	Araştırmacı Metin Kuyumcu	Sürdürülebilir Denim Ürünler İçin Sürdürülebilir Yıkama Prosesi Tasarımı
14:00	Mert Dönmez - Ali Buğra Sarı	Konsept Fazında Araç Park Sensörü Yerleşimi ve Entegrasyonu
14:15	Osman Kurnaz - Dr. Öğretim Üyesi Yunus Emre Karasu	Fanlı Çizgi İzleyen Robot: Otonom Kontrol ve Entegre Fan Sistemi
14:30	Tamer Aydınar - Mustafa Nazlı - Uğurcan Serbest	Plastik Jant Kaplaması Bileşenlerinde Darbe Hasarının Zamansal Evrimi: Dinamik Sonlu Elemanlar Analizi Tabanlı Bir İnceleme

salon 2 (2. Gün - 4. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Ahmet Çağrı Kılınç		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
13:30	Arş.Gör.Dr. Ahmet Çağrı Kılınç	Seramik Malzemelerin Ekstrüzyon-Temelli 3b Üretimi
13:45	Anıl Şeker - Furkan Değirmencioğlu - Şule Özkan Terzi	Termoplastik Olefinlerin Isı Destekli Delik Delme Prosesinde Sıcaklık ve Pres Kuvveti Parametrelerinin Çapak Oluşumu Üzerindeki Rolünün Deneyisel Olarak İncelenmesi
14:00	Mehmet Enes Yılmaz	Önden Çarpışmalar Sırasında Yolcunun Diz Çarpma Kuvvetlerini Optimize Etmeye Yönelik Bir Tasarım Yaklaşımı
14:15	Uzman Fatih Eroğlu - Uzman Tamer Aydın	Otomotiv Üretimi Boya Hattında Spot Kaynak ve Civata Konfigurasyonunun Dayanıklılık Açısından Değerlendirilmesi
14:30	Araştırmacı Öykü Su Öz - Araştırmacı Büşra Efe Kartalmış - Araştırmacı Buğrahan Sancılı - Araştırmacı Mustafa Şirin	Isıl İşlem Adımlarını Azaltmak ve Tavlamayı Ortadan Kaldırmak İçin Dövme Isısını Kullanan Enerji Verimli Doğrudan Su Verme

salon 3 (2. Gün - 4. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Ersin Demirel		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
13:30	Dr. Öğretim Üyesi Ersin Demirel - Hisamiddin Dinç	Engizek Dağı'nın Aphrophoridae Amyot & Serville, 1843 (Auchenorrhyncha: Hemiptera) Faunasına Katkıları
13:45	Furkan Cengizoglu	Otomotiv Aydınlatmasında Metalizasyon Kaplamanın Sıcaklık Dayanımına Etkisi
14:00	Araştırmacı Merve Yazıcı Akgöl - Prof.Dr. Binnur Meriçli Yapıcı	Klinik Mikroorganizmalara Karşı Bazı Uçucu Yağların Antimikrobiyal Aktivitesinin Araştırılması
14:15	Gencay Gülhan - Ramadan Soncu	Fren Nvh Testlerinde Uygulama Uyumunun Değerlendirilmesi ve Gürültüye Etkili Performans Göstergelerinin Belirlenmesine Yönelik İstatistiksel Yaklaşım

salon 4 (2. Gün - 4. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Doç.Dr. Yusuf Özay		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
13:30	Araştırmacı Mehmet Fatih Altındal - Doç.Dr. Yusuf Özay	Kurşun Asetat İle Oksidatif Stres Oluşturulan Sıçan Karaciğer Dokularında Naringinin Mda, Kurşun Düzeyleri ve Karboksil Esteraz Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri
13:45	Araştırmacı Fikriye Özçelik - Doç.Dr. İnci Turan	Sıçan Kalbinde Ovariectominin Neden Olduğu Oksidatif Stres Üzerine Alfa Lipoik Asitin Etkisinin İncelenmesi
14:00	Dr. Arda Kazım Demirkan	Erişkin Dehb'de Depresyon Belirtileri ve Gündüz Uykululuk Düzeylerinin İncelenmesi
14:15	Veteriner Hekim Serdar Çınar - Doç.Dr. Merve İder	Neonatal Buzagı İshallerinde Antibiyotik Alternatifi Olarak Mikrobiyota Temelli Biyoterapötik Yaklaşımlar
14:30	Doç.Dr. Yalçın Kanbay - Dr. Aysun Akçam - Doç.Dr. Burcu Arkan	Duygusal Otomasyon: Duyguların Mekanikleşmesi ve Dijitalleşmesi

5. Oturum

salon1 (2. Gün - 5. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Onur Yontar		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
15:00	Proje Uzm. Müh. Beyza Gizem Duman - Dr. Öğretim Üyesi Onur Yontar	Fonksiyonel Dereceli Geometriye Sahip Anizotropik Malzemelerin Darbe Dayanımının Deneysel ve Sayısal Olarak İncelenmesi
15:15	Abdullah Alperen Kaya	Otomotiv Projelerinde Test Araçlarının Planlanması ve Optimizasyonunun Sağladığı Avantajlar
15:30	Mustafa Tanış - Dr. Öğretim Üyesi Esra İlbahar	Mağazalar Arası Ürün Transferlerinde Esnek ve Çok Kriterli Bir Optimizasyon Yaklaşımı
15:45	Uzman Nur Yaren Yılmaz - Uzman Selvi Naz Çetin - Uzman Burcu Gül - Uzman Berkay Cedetaş	Geri Dönüştürülmüş Polimer İçeriğinin Enjeksiyonla Kalıplanmış Parçalarda Boya Tutunması ve Yüzey Kalitesi Üzerindeki Etkisi
16:00	Melih Tekin	Binek Araçlarda Sıı Performansının Yol İzleme Kamerasında Yapay Zeka Kullanımının Etkisi

salon 2 (2. Gün - 5. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Prof.Dr. Fatma Aydın Akgün		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
15:00	Prof.Dr. Fatma Aydın Akgün - Özge Dağ	Bankacılık Sektöründe Vadeli Mevduat Kararlarının Tahmini İçin Büyük Veri Analizi
15:15	Prof.Dr. Fatma Aydın Akgün - Mehmet Zahid Kabakçı	Sosyal Medyada Duygu Analizinin Geri Getirme-Artırılmış Üretim Kullanılarak Geliştirilmesi: ABD Havayolu Tweetleri Üzerine Bir Vaka Çalışması
15:30	Araştırmacı Cemil Kaya	Kızılırmak Havzasında Dalgacık Tabanlı Yapay Sinir Ağları ile Aylık Akışların Tahmini
15:45	Araştırmacı Şenay Karabayır	Pv- Panel İle Batarya Şarj Devresinin, Buck Dönüştürücü ve Çift Kontrollü Olarak Tasarımı
16:00	Ahmet Muhammet Alemdar	Otomotiv Endüstrisinde Enstrüman Panelinde Elektrostatik Şarj Yöntemi Kullanılarak Toz Temizlenebilirliği İçin Alternatif Bir Yol

salon 4 (2. Gün - 5. Oturum)

Oturum Başkanı		Oturum Başkan Yrd.
Dr. Öğretim Üyesi Tugce Yesil		
Sıra	Yazar Bilgisi	Bildiri Bilgileri
15:00	Dr. Öğretim Üyesi Tugce Yesil	In Vitro Assessment of the Genotoxic Potential of Dapagliflozin Using the Alkaline Comet Assay in Hepg2 Cells
15:15	Doç.Dr. Fatma Kökcü - Dr. Muhammed Erkam Çeker	Tokat İlinde Frontal Sinüs Varyasyonlarının Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi İle Değerlendirilmesi
15:30	Dr. Ayşe Sarı - Dr. Döne Günay	Onkolojide Evde Sağlık Hizmeti Memnuniyetinin Bilimsel Manzarasının Haritalandırılması: Yayın Ölçütleri Üzerine Bir İnceleme
15:45	Dr. Ayşe Sarı - Dr. Döne Günay	Kanser Tanılı Bireylerin Sağlık Hizmetlerine Erişimi: Bibliyometrik Analiz

İÇİNDEKİLER

EĞİTİM VE SOSYAL BİLİMLER

S. No

REHBERLİK SERVİSLERİNİN KRİZ YÖNETİMİNE İLİŞKİN ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ	ASLIHAN YETİŞ ABALI	2
SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ ÇALIŞMA ORTAMLARINA HAZIR OLMA DURUMLARININ BELİRLENMESİ: KIRSAL BÖLGE	YEŞİM İŞILDAK	19
NEZAKET VE KUR'ÂN'DA NEZAKETİN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ	CEMAL SANDIKCI	31
SAĞLIK TEKNİKERLİĞİ ÖĞRENCİLERİNİN SAĞLIK OKURYAZARLIĞI DÜZEYLERİNİN VE İLİŞKİLİ FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ	GÜLTEN ÖZGÜN, AYLAAÇIKGÖZ, SEVDADEMİRÖZ YILDIRIM	35
SOSYAL BİLGİLER ÖĞRETİMİNDE ÜSTÜN YETENEKLİLER İÇİN FIRSATLAR VE ENGELLER	FATİH PALA	46
AÇIK DENİZ PLATFORMLARI, TÜRKİYE'NİN ENERJİ GEREKSİNİMİ VE FAALİYETLERİ	ERHAN ÇİLOĞLU	57
NEDEN “BİR ARAP'I ÖLDÜRMEK”? MÜZİK, MEDYA TEMSİLİ VE DEVLET DAVRANIŞI ARASINDAKİ ETKİLEŞİMİN ANALİZİ	RIHEM MECHERİ	68
'OEDİPUS REX' AN IMMORTAL, IDEAL TRAGİC HERO	FİKRİYE HALİLOĞLU	76
SLOW FOOD HAREKETİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR GASTRONOMİ TURİZMİ: YERYÜZÜ PAZARI TARSUS ÖRNEĞİ	HASAN GÜRKAN, AHMET İSA TANER, DEFNE SU AKAR, GÜLBANU DAL	85
COVID-19 PANDEMİSİNİN DÜNYA VE TÜRKİYE KONTEYNER PAZARINA ETKİLERİ	İLHAN YANDI	95
AFETLERİN SINIFLANDIRILMASINA ULUSLARARASI BAKIŞ	MERYEM ÜLKÜ AYGÜL, ÖMER FARUK KARAMAN	106
OSMANLI PADİŞAHLARININ KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİNİN SİYASİ VE PSİKOLOJİK ETKİLERİ	TAYYİP SEYFİ	116
TÜRKİYE'DE DİJİTAL MEDYA VE SOSYAL AĞLARIN İLETİŞİME ETKİSİ	ŞULE EGEMEN, YASEMİN HANCIOĞLU BAŞKÖY	124
TÜRK DÜNYASININ KÜLTÜREL BİRLİĞİ İÇİN İSMAİL GASPIRALI'NIN FİKİRLERİ VE ÇALIŞMALARI	AYKUT DALAK	133
İSTANBUL'UN TOPLUMSAL TARİHİNE KATKI: 1950'Lİ YILLARDA KURULAN İSTANBUL HEMŞERİLER CEMİYETİ'NİN PROGRAMI VE FAALİYETLERİ	SEZER ŞİMŞEK	139
1776-1777 YILI AKKİRMAN KAZASI'NDAKİ CİZYEMÜKELLEFLERİ VE GELİRLERİ	MUSTAFA IŞIK	145
DEVLETİN ETKİN SORUŞTURMA YÜKÜMLÜLÜĞÜNDE “MAKUL HIZ” ŞARTI	SILA BURCU KURT	151
ÖĞRETMEN ADAYLARININ LİSANSÜSTÜ EĞİTİME YÖNELİMLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER	RAMAZAN ÇALIK, NİDA BAYINDIR	160
SINIF ÖĞRETMENLERİNİN DERS KAYNAKLARINA ERİŞİM YOLLARININ BELİRLENMESİ	YUSUF GÜNEY, NİDA BAYINDIR	171
ABDULRAZAK GURNAH'IN DENİZ KENARINDA ADLİ ESERİNDE ÇİFTE BİLİNÇ	SURAYA YAVUZ, ŞULE ÖZÜN	184
KORUMA SORUMLULUĞU İLKESİNİN LİBYA'DA UYGULANMASI: HUKUKİ MEŞRUIYET VE REEL-POLİTİK TARTIŞMALAR	KENAN SAPLIOĞLU	194
SOSYAL DUYGUSAL ÖĞRENME BECERİLERİNİN ÖNEMİ: TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ KAPSAMINDA	ŞEYMA MUTLU, NİDA BAYINDIR	204
PROGRAMIN KALBI BAŞKA NASIL ATABİLİR? TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ ÜZERİNDE ÖZGÜN BİR PERSPEKTİFLE YENİDEN DÜŞÜNMEK	GÜROL YOKUŞ, EROL MERT YURDAKUL	215
SINIF ÖĞRETMENLERİNİN DAVRANIŞSAL SORUNLARA MÜDAHALE YAKLAŞIMLARININ BELİRLENMESİ	YEŞİM İŞILDAK	224

SINIF ÖĞRETMENLERİNİN ÖZEL YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİ KEŞFETME YOLLARININ BELİRLENMESİ	NİLDA ÇAĞAN, NİDA BAYINDIR	234
CELÂLEDDİN ES-SÜYÜTİ'NİN BİLİMSSEL TEFSİRDEKİ YERİ	AHMET YELATAN	247
AFGANİSTAN TÜRKMEN ATASÖZLERİNDE DEĞERLERİN AKTARIMI	NAQİBULLAH QARATASH	255

FEN VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ

OTOMOTİVDE GÜNCEL ZORLUK: EURO 7 FREN PARTİKÜL EMİSYONLARI	RECEP AKYÜZ, BİLGE ÖZTÜRK	263
OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE FİTİL SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI, TASARIMI, MALZEME SEÇİMİ VE PERFORMANS DOĞRULAMASI	TUNAHAN ÖZYER	271
EKSENEL YÜKE MARUZ KALAN KAYNAKLI SOMUNLARDA GÖRÜLEN PROJEKSİYON KAYNAK İŞLEMİ ZORLUKLARI	ATAHAN GEN, ÇAĞRI GENÇOL	288
OTOMOTİVDE PLASTİK PARÇALARIN TERMAL GENLEŞMESİ VE ÇEVRE PARÇALAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	VAHDET ÖZDEMİR, FATMA SİRKECİ	296
BOYUT VE AMACA GÖRE ARAÇ AMBLEMELERİ İÇİN BAĞLANTI YÖNTEMİNİN SEÇİMİ	MISRA NUR ÖZCAN	311
USING OF CAD AUTOMATION IN VEHICLE DEVELOPMENT IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY	MERVE BOLADINLI ASA, FATMA SİRKECİ	318
EMEA'DAN NAFTA PAZARINA ARAÇ ADAPTASYONU: GÖSTERGE PANELİNE ODAKLI TEKNİK VE MÜHENDİSLİK DEĞERLENDİRMESİ	AHMET AKMAN, CEM İÇİER	326
OTOMOBİL VE HAFİF TİCARİ ARAÇ KAPILARINDAKİ AŞIRI ÇARPMA VE YANLIŞ KULLANIM TAKOZLARI	MEHMET GÜVEN	332
TOLERANS ANALİZ YÖNTEMLERİNE GÖRE GAP&FLUSH KALİTE OPTİMİZASYONU	ÖMER FARUK YÜCEL, FURKAN ALEMDAR	339
OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE MODÜLER GÖVDE YAPILARI VE PLATFORM STRATEJİLERİ (2015-2025)	ENES CEBE	347
OTOMOTİV GÖVDE ÜRETİMİNDE YAPIŞTIRMA TEKNOLOJİLERİNİN ARTAN KULLANIMI	ENES CEBE	354
1980'LERDEN GÜNÜMÜZE BODY-İN-WHITE (BIW) MALZEME DÖNÜŞÜMÜ VE ARAÇ AĞIRLIĞINA ETKİSİ: TEORİK BİR İNCELEME	TAHSİN BATUHAN YILMAZ, ENES CEBE	360
OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE CAM KALDIRMA SİSTEMLERİ	İBRAHİM SİNA KIZMAZ	370
OTOMOTİV GÖVDE MÜHENDİSLİĞİNDE YENİ NESİL SAC TEKNOLOJİLERİ: TAILOR WELDED, TAILOR ROLLED VE PATCHWORK BLANKS UYGULAMALARI	YAĞIZ SELÇUK, ENES CEBE	378
ARAÇ DIŞ AYDINLATMALARINDA ANTIFOG KAPLAMA PROSESİ	EMEL OZKAN, İREM KARACA, ÖMER FATİH KARA	387
OTOMOTİV SAC GÖVDELERİ İÇİN KAPLAMA TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMA ALANLARI	FERHAT CAN KÖSE, ENES CEBE	399
ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN GÖVDE HAREKETLİ PARÇALARIN GELECEK TRENDLERİ	GÖKTUĞ BAKAN, SELİN YURTSEVEN	406
ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA TEKERLEĞİN AÇILMA KURSU BOYUNCA OLUŞAN ÖN SÜSPANSİYON SESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ	MUSTAFA TÜFEKÇİ	417
SAFETY VALIDATION OF AUTOMOTIVE AIRBAGS: METHODS, OBJECTIVES, AND PERFORMANCE ASSESSMENT	SERENA ÇEVİKEL, BARIŞ ŞENOL	425
EGZOZ BAĞLANTI BRAKETİNİN SONLU ELEMANLAR MODAL ANALİZİ YARDIMIYLA TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ	İBRAHİM İNAN, ONUR ONARLAR, ZAFER GÜLER, MUSTAFA BAŞDAR	433
MENTEŞELİ YAN KAPILARDA, YAPISAL AĞIRLIĞIN BOŞLUK & PROFİL DEĞERLERİNE ETKİSİ VE OPTİMİZASYON YAKLAŞIMLARI	AZİZ KENAN SERT	442

OTOMOTİV GAZ PEDALI PULL-UP VE PULL-DOWN SENSÖR TEKNOLOJİLERİNİN SİSTEMSEL ETKİLERİ VE ANALİZİ	MUHAMMET ZAHİT ÖNCÜ, BİRTAN GÜLER	449
ADRES STANDARDİZASYONU İÇİN T5 TABANLI BÜYÜK DİL MODELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: METİN BENZERLİĞİ VE COĞRAFİ UZAMSAL TUTARLILIK KULLANAN KURAL TABANLI YÖNTEMLERLE BİR KARŞILAŞTIRMA	ALAEDDİN TÜRKMEN, AHMET ÇAY	456
IMPACTS OF 12V AND 48V MİLD HYBRİD BATTERİES ON VEHİCLE ARCHİTECTURE	ŞABAN KOÇ, ERHAN YAMAN	463
ÇİNKO KAPLAMALI TRIP 800 MAG KAYNAKLI ÇELİĞİN SIVI METAL GEVREKLİĞİ (LME) VE ASKI SPİN ÇİNKO LAMELAR KAPLAMA İLE ÇÖZÜMÜ	MERVE VATANSEVER, BÜŞRA EFE KARTALMIŞ, FİKRİ MUTLU, SAMET ÇALIŞAN, BURAK OĞRAŞ	472
OTOMOTİV TASARIMININ ERKEN AŞAMALARINDA VİTES YERLEŞİMİ İÇİN KULLANICI MERKEZLİ TASARIM HUSUSLARI	ATIF PEHLİVAN, MAHMUT CAN ÖRTLEK	481
DOĞRUSAL OLMAYAN (NKDV) DENKLEMİNİN ÇÖZÜMÜ İÇİN ÇOK ÖLÇEKLİ AÇILIM METODU	MURAT KOPARAN	489
COMPARATIVE REVİEW OF LEGFORM IMPACTORS FOR PEDESTRIAN SAFETY	MÜZEYYEN NUR KAPLAN	498
STRUCTURAL CLASSİFİCATION OF VEHİCLE BEHAVİOR İN IIHS SMALL OVERLAP CRASHES	MÜZEYYEN NUR KAPLAN, FIRAT ARAS	509
KONSEPT FAZINDA ARAÇ PARK SENSÖRÜ YERLEŞİMİ VE ENTEGRASYONU	MERT DÖNMEZ, ALİ BUĞRA SARI	518
PLASTİK JANT KAPLAMASI BİLEŞENLERİNDE DARBE HASARININ ZAMANSAL EVRİMİ: DİNAMİK SONLU ELEMANLAR ANALİZİ TABANLI BİR İNCELEME	TAMER AYDINER, MUSTAFA NAZLI, UĞURCAN SERBEST	528
FONKSİYONEL DERECELİ GEOMETRİYE SAHİP ANİZOTROPİK MALZEMELERİN DARBE DAYANIMININ DENEYSEL VE SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ	BEYZA GİZEM DUMAN, ONUR YONTAR	541
OTOMOTİV PROJELERİNDE TEST ARAÇLARININ PLANLANMASI VE OPTİMİZASYONUNUN SAĞLADIĞI AVANTAJLAR	ABDULLAH ALPEREN KAYA	548
BİNEK ARAÇLARDA SLI PERFORMANSININ YOL İZLEME KAMERASINDA YAPAY ZEKA KULLANIMININ ETKİSİ	MELİH TEKİN	555
GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ POLİMER İÇERİĞİNİN ENJEKSİYONLA KALIPLANMIŞ PARÇALARDA BOYA TUTUNMASI VE YÜZEY KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	NUR YAREN YILMAZ, SELVİ NAZ ÇETİN, BURCU GÜL, BERKAY CEDETAŞ	560
OTOMOTİV UYGULAMALARINDA KULLANILAN VERNİKLERDE SARARMA SORUNU: NEDENLERİ, İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİ VE ALTERNATİF ÇÖZÜMLER	NUR YAREN YILMAZ, UĞUR ÜZEL	565
FRENLEME VE HIZLANMA YÜKLERİ ALTINDA ÖN SÜSPANSİYON ALT ŞASELERİNDE DİKİŞ KAYNAKLI YORULMA: ENTEGRE DENEYSEL-FEA ANALİZİ	TAMER AYDINER, UĞURCAN SERBEST	572
FARKLI ADALARDAN İZOLE EDİLEN AKTİNOBAKTERİLERİN ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTE VE BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK ETME YETENEKLERİNİN BELİRLENMESİ	BETÜL BAYRAKTAR, SALİH SARICAOĞLU	581
MARMARA VE AVŞA ADALARI'NDAN İZOLE EDİLEN NADİR AKTİNOBAKTERİLERİN BİYOAKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ	BETÜL BAYRAKTAR, AHMET RIDVAN TOPKARA, SALİH SARICAOĞLU, ALİ TOKATLI, KAMİL İŞİK	590
REJENERATİF FRENLEMeye DAYALI TEK PEDAL SÜRÜŞÜN TAŞITIN DİNAMİK PERFORMANSINA ETKİSİ	EBRUNUR FİDAN, MURAT YAZICI	600
LEVHA TAKVİYESİ İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ ÇELİK KİRİŞLERİN EĞİLME DAVRANIŞLARININ SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ	MİZROB JAMİL NAZIRZODA, EMİNE AYDIN	609
OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE YAYGIN OLARAK KULLANILAN %15 TALK EKLENTİLİ PP (POLİPROPİLEN)	BERK ERSEZEN	620

MALZEMENİNİN MEKANİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE GERİ DÖNÜŞÜM KATKI MADDESİNİN ETKİSİ		
ÖNDEN ÇARPIŞMALAR SIRASINDA YOLCUNUN DİZ ÇARPMA KUVVETLERİNİ OPTİMİZE ETMEYE YÖNELİK BİR TASARIM YAKLAŞIMI	MEHMET ENES YILMAZ	627
OTOMOTİV ÜRETİMİ BOYA HATTINDA SPOT KAYNAK VE CİVATA KONFIGURASYONUNUN DAYANIKLILIK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	FATİH EROĞLU, TAMER AYDINER	635
ISIL İŞLEM ADIMLARINI AZALTMAK VE TAVLAMAYI ORTADAN KALDIRMAK İÇİN DÖVME İSİSİNİ KULLANAN ENERJİ VERİMLİ DOĞRUDAN SU VERME	ÖYKÜ SU ÖZ, BÜŞRA EFE KARTALMIŞ, BUĞRAHAN SANCILI, MUSTAFA ŞİRİN	642
OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE ENSTRÜMAN PANELİNDE ELEKTROSTATİK ŞARJ YÖNTEMİ KULLANILARAK TOZ TEMİZLENEBİLİRLİĞİ İÇİN ALTERNATİF BİR YOL	AHMET MUHAMMET ALEMDAR	651
KIZILIRMAK HAVZASINDA DALGACIK TABANLI YAPAY SİNİR AĞLARI İLE AYLIK AKIŞLARIN TAHMİNİ	CEMİL KAYA	657
MORPHEA'DA ORTAK BİYOBELİRTEÇLERİN ORTAYA ÇIKARILMASI: KARŞILAŞTIRMALI TRANSKRİPTOMİK VE AĞ TABANLI BİR YAKLAŞIM	SEVİNÇ AKÇAY	669
DÜŞÜK YÜZEY ENERJİSİNE SAHİP POLİMER YÜZEYLERDE YAPIŞTIRICI BAĞINI GELİŞTİRMeye YÖNELİK YÜZEY İŞLEM STRATEJİLERİ	ŞAZİMET SİNEM AYCAN	677
EPOKSİ REÇİNELERDE NANO SİLİKA VE CAM FİBER TAKVİYESİNİN MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ	REYHAN CEYLAN, ELANUR OZUN, MUSTAFA ÖZGÜR BORA, ESER YARAR, ONUR ÇOBAN, TAMER SINMAZÇELİK, TOGAYHAN KUTLUK	681
NANO SİLİKA TAKVİYESİNİN EPOKSİ YAPIŞTIRICI PERFORMANSINA ETKİLERİNİN DENEYSEL VE SAYISAL ANALİZ YÖNTEMLERİYLE İNCELENMESİ	ELANUR OZUN, REYHAN CEYLAN, MUSTAFA ÖZGÜR BORA, ESER YARAR, ONUR ÇOBAN, TAMER SINMAZÇELİK, TOGAYHAN KUTLUK	693
ANTALYA CARREFOUR VE TÜRKAY KAVŞAKLARININ AKILLI TRAFİK SİSTEMLERİ İLE OPTİMİZASYONU: ARTER KAVŞAKLAR OLARAK LOS SEVİYELERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ	ÖZGENUR YILDIZ, MURAT ÖNDER	702
FARMASÖTİK ÜRETİMDE HPLC DESTEKLİ TEMİZLİK VALİDASYONU: GÜVENİLİRLİĞİN ÖLÇÜTLERİ	ALİ BAĞ, FULYA BAĞ, ESRA ALBAYRAK, ORHAN ULUÇAY	713
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ KONURALP YERLEŞKESİ VE YAKIN ÇEVRESİNİN MEKÂNSAL GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	NURAY ÖZKARACA ÖZALP, HAKAN ARSLAN	724
TARİHİ SİLÜETLERE OLUMSUZ ETKİ OLUŞTURAN MÜDAHALELER: ULUSLARARASI ÖRNEKLER ÜZERİNDEN BİR İNCELEME	NURAY ÖZKARACA ÖZALP, HİCRAN HANIM HALAÇ	735
OTOMOTİV AYDINLATMASINDA METALİZASYON KAPLAMANIN SICAKLIK DAYANIMINA ETKİSİ	FURKAN CENGİZOĞLU	746
FREN NVH TESTLERİNDE UYGULAMA UYUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ VE GÜRÜLTÜYE ETKİLİ PERFORMANS GÖSTERGELERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK İSTATİSTİKSEL YAKLAŞIM	GENCAY GÜLHAN, RAMADAN SONCU	756
ASSEMBLY METHODS AND PROCESS OF REINFORCEMENT&NUT FOR AUTOMOTİVE	AYŞE BAMUR	764
ÖNDEN ÇARPIŞMA PERFORMANSLARINDA ÇARPIŞMA TRAVERSİNİN ETKİSİ	ZÜBEYİR RAMAZAN AKTAŞGİL, FIRAT ARAS	776

SAĞLIK BİLİMLERİ

İDİOPATİK OLUŞUMLU RİCE BODY CİSİMCİKLERİNE BAĞLI ROTATOR CUFF YIRTIĞI; NADİR BİR OLGU SUNUMU	EKREM ÖZDEMİR, OYA OLCAY ÖZDEŞ, HÜSEYİN UTKU ÖZDEŞ	788
SAĞLIK BİLGİ SİSTEMLERİNİN SAĞLIK YÖNETİMİ DERS MÜFREDATI AÇISINDAN İNCELENMESİ	ALPER VELİ ÇAM, KIRAZ YÜCEDAĞ	794
HEMODİYALİZ İÇİN TEK MERKEZDE ARTERİOVENÖZ FİSTÜL SONUÇLARI	FARUK SERHATLIOĞLU	801
MÜZİK TERAPİSİNİN TRAVMA SONRASI STRES BOZUKLUĞUNA ETKİSİ	FUNDA CEYLAN DALYAN	804
LEZBİYEN, GEY, BİSEKSÜEL, TRANS VE İNTERSEKS MAHKÛMLARIN CEZAEVLERİNDE KARŞILAŞTIĞI ZORLUKLAR VE CEZAEVİ HEMŞİRELİĞİ	BAHAR TÜRKMENÖĞLU, NURAN GÜLER	811
PİMOZİDİN KOLOREKTAL KANSER HÜCRELERİNDE ANTİPROLİFERATİF VE APOPTOTİK ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI	KEVSER CÜRE, MERVE GÜRBOĞA, ÖZLEM BİNGÖL ÖZAKPINAR, AYFER BECEREN	
ERİŞKİN DEHB'DE DEPRESYON BELİRTİLERİ VE GÜNDÜZ UYKULULUK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ	ARDA KAZIM DEMİRKAN	821
TOKAT İLİNDE FRONTAL SİNÜS VARYASYONLARININ ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	FATMA KÖKCÜ, MUHAMMED ERKAM ÇEKER	827
ONKOLOJİDE EVDE SAĞLIK HİZMETİ MEMNUNİYETİNİN BİLİMSSEL MANZARASININ HARİTALANDIRILMASI: YAYIN ÖLÇÜTLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	AYŞE SARI, DÖNE GÜNAY	833
KANSER TANILI BİREYLERİN SAĞLIK HİZMETLERİNE ERİŞİMİ: BİBLİYOMETRİK ANALİZ	AYŞE SARI, DÖNE GÜNAY	844

POSTER

PİMOZİDİN KOLOREKTAL KANSER HÜCRELERİNDE ANTİPROLİFERATİF VE APOPTOTİK ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI	KEVSER CÜRE, MERVE GÜRBOĞA, ÖZLEM BİNGÖL ÖZAKPINAR, AYFER BECEREN	859
PANKREATİN TABLETTE ENZİM AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ İÇİN TİTRİMETRİK YÖNTEMLERİN GELİŞTİRİLMESİ DEVELOPMENT OF TİTRİMETRIC METHODS FOR THE DETERMINATION OF ENZYME ACTİVİTY İN PANCREATİN TABLETS	DİĞER YÜKSEL EKİN DURDEMİR- DİĞER DİLA ERCENGİZ- DİĞER AYŞE GÜLSÜM KAYNAR- DİĞER ÖZGENUR GÖZEN- DİĞER KADER ÇÖMLEKÇİ-	860

EĞİTİM VE SOSYAL BİLİMLER

Rehberlik Servislerinin Kriz Yönetimine İlişkin Öğretmen Görüşleri

Aslıhan Yetiş ABALI

E-mail: aslihanyetiss@gmail.com; Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Sosyoloji Bölümü,
Bartın / Türkiye.

Özet

Kriz kelime anlamı olarak bir kimsenin yaşamında ya da bir kurumda birden bire ortaya çıkan bunalımlardır. Günlük yaşamda ise bu bunalımlar karşısında kişinin veya kurumun verdiği tepki olarak tanımlanmaktadır (Özen, 2009). Bu kurumlardan biri olan eğitim kurumlarında meydana gelen olumsuz ve anlık gelişmeler kriz olarak nitelendirilebilir. Eğitim ortamlarında kriz yönetimi ve krize müdahalenin önceden planlanması rehberlik servislerinin temel görevlerindendir. Rehberlik servisleri başta olmak üzere eğitim kurumlarında meydana gelebilecek krizlerin öngörülerek bu krizlere karşı uygun tedbirlerin hazırlanması gerekmektedir (Aksoy ve Aksoy, 2003). Araştırmanın temel amacı kriz yönetiminde kilit rol oynayan rehberlik servislerinin bu konudaki tutum ve becerilerinin kurum öğretmenleri tarafından değerlendirilmesidir. Araştırmanın çalışma grubunu, 2018–2019 öğretim yılında Bartın il merkezindeki liselerde görev yapan 25 öğretmenden oluşmuştur. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden olgubilim (fenomenoloji) modeli kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak görüşme formu uygulanmıştır. Alınan görüşler neticesinde öğretmenler açısından rehberlik servislerinin ve rehber öğretmenlerinin kriz yönetimindeki önemi ve rolü değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rehberlik servisi, kriz yönetimi, rehber öğretmen

Abstract

Crisis is literally a crisis in the life of one person or in an institution. In everyday life, it is defined as the reaction of the person or institution against these crises (Özen, 2009). The negative and momentous developments in the educational institutions, which are one of these institutions, can be considered as crisis. Appropriate measures should be prepared against these crises by foreseeing the crises that may arise in education institutions, especially guidance counseling services (Aksoy and Aksoy, 2003). The working group of the research will be the teachers working in the high school in

Bartın province center in 2018-2019 school year. Within the scope of the research, 25 teachers' opinions about the crisis management behaviors of the guidance services of the institutions will be

taken. As a result of the feedbacks, the importance and role of guidance services and guidance teachers in crisis management will be evaluated in terms of teachers.

Keywords: Guidance service, Crisis management, Guidance teacher

GİRİŞ

Kriz Türk Dil Kurumu'na göre bunalım, tehlikeli sonuç doğurabilecek gerginlik, buhran, olarak tanımlanmaktadır. Hayat bir düzen içinde ilerlediği kadar bir kaos ve belirsizlik halini de içerisinde barındırır. İnsanlar bir düzen içerisinde yaşamlarını sürdürürken karşılarına çıkabilecek durumlara karşı tedbirli olma isteklerine rağmen öngörülemeyen durumları her zaman istedikleri gibi yönetemeyebilirler. Bazı zamanlarda da öngörülen olaylar olmasına karşın içinde bulunduğumuz kurumu tehdit eden durumların yaşanmasına engel olamayız. Yaşanmasını istemediğimiz, içinde bulunduğumuz kurumun düzenini olumsuz yönde etkileyen bu durumlar çoğu kez “kriz” olarak nitelendirilir (Aksoy ve Aksoy, 2003). Kriz kavram olarak; temel unsurların, değerlerin ve normların aniden ortaya çıkan ve öngörülemeyen şekilde olumsuz bir biçimde etkilenmesi olarak tanımlanmaktadır (Aykaç, 2001). Pearson ve Clair (2008)'e göre; kriz, “düşük ihtimalli fakat kurumun bütünlüğünü büyük çapta tehdit eden, herhangi bir sonucun, nedenlerin ve etkilerin belirsizlik içerisinde olduğu, bununla birlikte ivedi karar verilmesi gereken olaylar” olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir tanım da ise kriz, kurumun hedef ve bütünlüğünü tehdit eden, kurumun risk durumları için öngördüğü önlemlerini yetersiz kılan, kurumun hızlı reaksiyonunu gerektiren, umulmadık ve ani değişikliklerin geçerli olduğu aynı zamanda planlama ve yönetim mekanizmalarını derinden etkileyen gerilimli bir durum olarak nitelendirilebilir (Demirtaş, 2000). Bahsedilen kriz tanımları ve kurumlara olan etkileri kapsamına, eğitim kurumları da girmektedir. Eğitim kurumlarında meydana gelebilecek kriz durumlarına çevresel faktörlerden örnek olarak; sel baskını, deprem, yangın çıkması, okul gezisi sırasında öğrencilerin başına gelebilecek olumsuzluklar, okul servisi ile yapılan trafik kazaları gösterilebilir. Aynı zamanda kişisel sorunlar olarak; sigara kullanımı, alkol kullanımı, uyuşturucu kullanımı, intihar olayları, ailevi sorunların okula yansıtılması, aile bireylerinden birinin kaybı, arkadaşlık ilişkilerindeki sorunlar, hiperaktiflik, uyku problemi, öğretmene saygısız davranış tutumları, maddi problemler, öfke kontrol problemleri, ergenlik sıkıntıları, akademik başarısızlık, teknoloji bağımlılığı örnek olarak gösterilebilir. Okullar, birbirinden farklı özelliğe sahip yüzlerce hatta binlerce öğrenci ve öğretmenin aynı fiziki ortamı ve zaman dilimini birlikte yaşadıkları yerdir. Bu bireysel özelliklerin çeşitlilik göstermesinde değer, gereksinim, inanç, tutum, kişilik, algılama, kavrama ve anlama becerileri

özelliklerinin bireyden bireye farklılık göstermesi rol oynamaktadır. Aynı zamanda farklı kültürel öz geçmişlerinin de etkisi vardır. Bu kadar çeşitlilik beraberinde farklı istek ve gereksinimlerin oluşmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda ve aynı mekanda dile getirilen gereksinimlerin aynı ölçüde karşılanması oldukça zor bir durum olduğu için okulda bu krizlerin yaşanılması kaçınılmazdır (Türkünlü, 2006:3). Yaşanılan krizlerin sebep ve sonuçları eğitim kurumlarının iç öğelerini etkilemektedir. Bu iç öğeler içerisinde okulu meydana getiren; okul yönetimi, öğretmenler, öğrenciler ve diğer personeller bulunmaktadır (Bursalıoğlu, 1994). Krizin eğitim kurumları üzerinden tanımlanmasında her okul kendi ölçü ve özelliklerine göre birbirinden farklı anlamlar taşır. Farklı okullar birbirine yakın olaylar karşısında farklı reaksiyonlar verebilir, benzer olaylardan farklı biçimde etkilenebilirler. Okullarda meydana gelen benzer bir durum farklı zamanlarda krize neden olma özelliği açısından değişiklik gösterebilir ya da belli başlı tedbirlerle önlenabilir bir durum olarak görülebilir. Önemli olan her durumda ortaya çıkabilecek sonucun öngörülerek buna yönelik “güvenli” ve “kabul edilebilir ölçülerde” tepki verebilmek için hazır bulunmuşluk gösterebilmektir (Aksoy ve Aksoy, 2003). Buna bağlı olarak okullarda, kriz durumlarına yönelik tedbirlerin alınması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması büyük önem taşımaktadır. Bu noktada daha etkili olabilmek için okulun iç öğelerinden biri olan rehberlik servislerine büyük iş düşmektedir. 10 Kasım 2017 tarihinde Resmi Gazete’de yayınlanan Rehberlik ve Psikolojik Danışma Hizmetleri Yönetmeliğinde yapılan görev tanımı okullarda rehberlik servislerinin kriz yönetimindeki önemini göstermektedir. Buna göre;

“PDR uzmanları; yöneticiler, öğretmenler, öğrenciler ve veliler arasında köprü görevi görüp, tüm birimlerle yakın temas kurması gereken bir pozisyonda yer alırlar. Bununla birlikte Psikolojik Danışmanlık ve Rehberlik birimi, çalışmalarını bilmesi gereken prensibinden yola çıkarak gizlilik ilkesine bağlı olarak yürütürler. PDR uzmanları; zaman zaman öğretmen rolüne, zaman zaman da yönetici rolüne girerler ama genel olarak bulunduğu pozisyonun doğası gereği işlerinin büyük bölümü öğrencilerin psikolojik, bilişsel, sosyal ve akademik gelişimlerinin takibinin yapıldığı psikolojik danışmanlık ve rehberlik çalışmalarından oluşur.”

Rehberlik, bireylerin kendi sorunlarına çözüm bulması, kendi kendine yetebilmesi, sorumluluklarını bilmesi ve içinde yaşadığı toplumun kurallarına uyum sağlaması için verilen bir destek sürecidir (Tan, 1992). Bu sürecin kalitesi okullarda yaşanması muhtemel olan krizlerin rehber öğretmen tarafından öngörülmesi ya da en az hasar ile atlatılmasında belirleyicidir. Bakırcıoğlu’na (2005) göre Rehberlik ve Psikolojik Danışmanın amaçları şöyle sıralanır:

- Bireyin kendi yeteneklerinin farkına varması, kendi kendine yetebilmesi, içinde yaşadığı toplumun beklentilerini bilmesi ve iş hayatında kendini bekleyen meslekleri tanımasını sağlamak.

- Bireyin bilişsel, duygusal, bedensel bütün problemlerinin farkına varabilmesi, problemlerine özgür iradesiyle çözümler üretebilmesi ve yaşadığı sürece ve ortama uyum sağlayabilmesidir.
- Kişinin akranları ve hayatında yer alan diğer bireylerle iyi ilişkiler kurabilmesi ve hayata pozitif yaklaşması.
- Zamanını en iyi şekilde kullanmak ve yaşadığı hayattan zevk almak için gerekli donanım ve uyuma sahip bir birey olmak.

Rehberlik ve Psikolojik Danışmanın amaçlarında başarılı olması olası krizlerin yaşanmasına engel niteliği taşımaktadır. Tüm bu rehberlik tanımları ve amaçları kurumlarda yaşanabilmesi muhtemel krizlerde rehberlik servislerinin kilit rol oynadığının göstergesidir. Rehberlik servisleri eğitim kurumlarında oluşabilecek krizleri öngörerek bu krizlere karşı uygun tedbirleri hazırlanması gerekmektedir. Etkili kriz yönetiminin araçları, krize karşı tedbirli olmak ve kriz yaşandığında iyi yönetebilmektir. Bu araçlar konusunda yeterli olmayan eğitim kurumlarındaki rehberlik servisleri kriz yönetimi becerilerinde etkili olabilmeleri mümkün değildir. Her kriz, başarıyı da başarısızlığı da kendi içindeki süreçte yansıtmaktadır. Bu nedenle, kriz yönetimi sürecinde mevcut durum ve gelecekte oluşabilecek risklerin öngörülmesini, uygun yöntem ve tekniklerin belirlenmesini ve uygulanmasını içeren bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır (Demirtaş, 2000). Bu süreçte, kriz yönetimini iyi yapmak kurumun avantajına olacaktır. Kurum ortamında etkili bir kriz yönetimi, aynı zamanda krizin etkilerinin en az hasarla ve en kısa sürede atlatılmasını gerektirir. Ne var ki bu kriz sonrası süreç, olaylara yeniden odaklanmayı, motive olmayı ve yeni fikirlerin değerlendirilmesi açısından kurumlar için temel fırsatlar sunmaktadır (Smith ve Riley, 2012; Akt: Maya, 2014). Sonuç olarak kriz yönetimi bütünsel bir süreçtir. Bu süreçte krizin öngörülmesi, krize karşı hazır bulunuşluk ve tedbir, krizin kontrol altına alınması, doğal işleyişi dönüş ve ders çıkarma, değerlendirme aşamalarından meydana gelmektedir (Can, 1999). Okullarda yaşanması muhtemel krizlerde rehberlik servislerinin bu bütünsel süreci nasıl yönettiği, kriz sonrası iyileşmenin ne kadar kısa zamanda olduğu rehberlik servisinin niteliği kadar kurumunda niteliğini göstermektedir.

Araştırmanın Amacı

Araştırmanın temel amacı kriz yönetiminde kilit rol oynayan rehberlik servislerinin bu konudaki tutum ve becerilerinin kurum öğretmenlerinin görüşlerini ortaya koymaktır. Araştırmanın problem cümlesi ise “Rehberlik servislerinin kriz yönetimi konusundaki yeterlilikleri nasıldır?” şeklinde oluşturulmuştur.

Bu doğrultusunda amaca ulaşmak için aşağıdaki soruların cevapları aranmıştır.

- 1) Eğitim kurumlarında karşılaşılan krizler nelerdir?

- 2) Kriz yönetimi konusunda rehberlik servislerine düşen görevler nelerdir? Sizce ideal bir rehberlik servisi kriz yönetimi konusunda nasıl davranmalıdır?
- 3) Rehberlik servisinizin kriz yönetimi konusunda öğrenci, öğretmen ve yönetim işbirliğini nasıl değerlendiriyorsunuz?
- 4) Rehberlik servisinizin kriz yönetimi konusundaki çalışmalarını yeterli buluyor musunuz? Neden?
- 5) Rehberlik servisinizin kriz yönetimi konusundaki başarı/başarısızlık durumuna yönelik örnek bir olay anlatabilir misiniz?

YÖNTEM

Araştırma nitel araştırma yöntemlerinden olgubilim (fenomenoloji) modelinin benimsendiği bir çalışmadır. Olgubilim modeli bildiğimiz fakat ayrıntılı bir şekilde bilgi sahibi olmadığımız olgulara yönelmektir. Bütünüyle kulak aşinalığımızın olduğu aynı zamanda tam anlamıyla içselleştiremediğimiz olguları araştırmada kullanılır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Olgubilim modeli her gün karşılaşılabileceğimiz sorunları ayrıntılı değerlendirmemize imkan sağlayan bir yöntem olarak kabul görmektedir. Okullarda oluşan krizler her gün karşılaşılabilecek bir durumdur. Bu krizler karşısında rehberlik servislerinin tutum ve becerileri yine o kurumun öğretmenleri tarafından değerlendirilmiştir.

Çalışmada veri toplamak için görüşme formu kullanılmıştır. Literatür taraması Görüşme formu hazırlanmadan önce yapılarak uygun hale getirilmiştir. Uzman görüşlerine sunularak gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Görüşme formunda açık uçlu beş temel soru yer almıştır. Veriler ses kaydı ve yüz yüze yapılan görüşmelerle katılımcılara genel açıklamalar yapılarak uygulanmıştır. Görüşme formları ile ulaşılan veriler içerik analizine tabi tutularak incelenmiş ve elektronik ortama aktarılmıştır. Bu veriler araştırmanın temel veri kaynağını oluşturmaktadır. Görüşme formunda yer alan her soru için öğretmenlerden toplanan görüşler tek tek incelenmiştir. Yeterli olmayan ya da anlamlı olmayan ifade ve görüşler geçerli sayılmamıştır. Değerlendirilen veriler Ö1, Ö2, Ö3 vb. şeklinde kodlanmıştır. Kodlar oluşturulurken önceden hazırlanmış bir kod listesi yerine, araştırma verilerinden oluşturulan kavramlardan yararlanılmıştır ve temalar belirlenmiştir. Ulaşılan temalar ve görüşler uzmanlar tarafından incelenerek “görüş ayrılığı” ve “görüş birliği” olan konuların üzerine tartışılarak gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

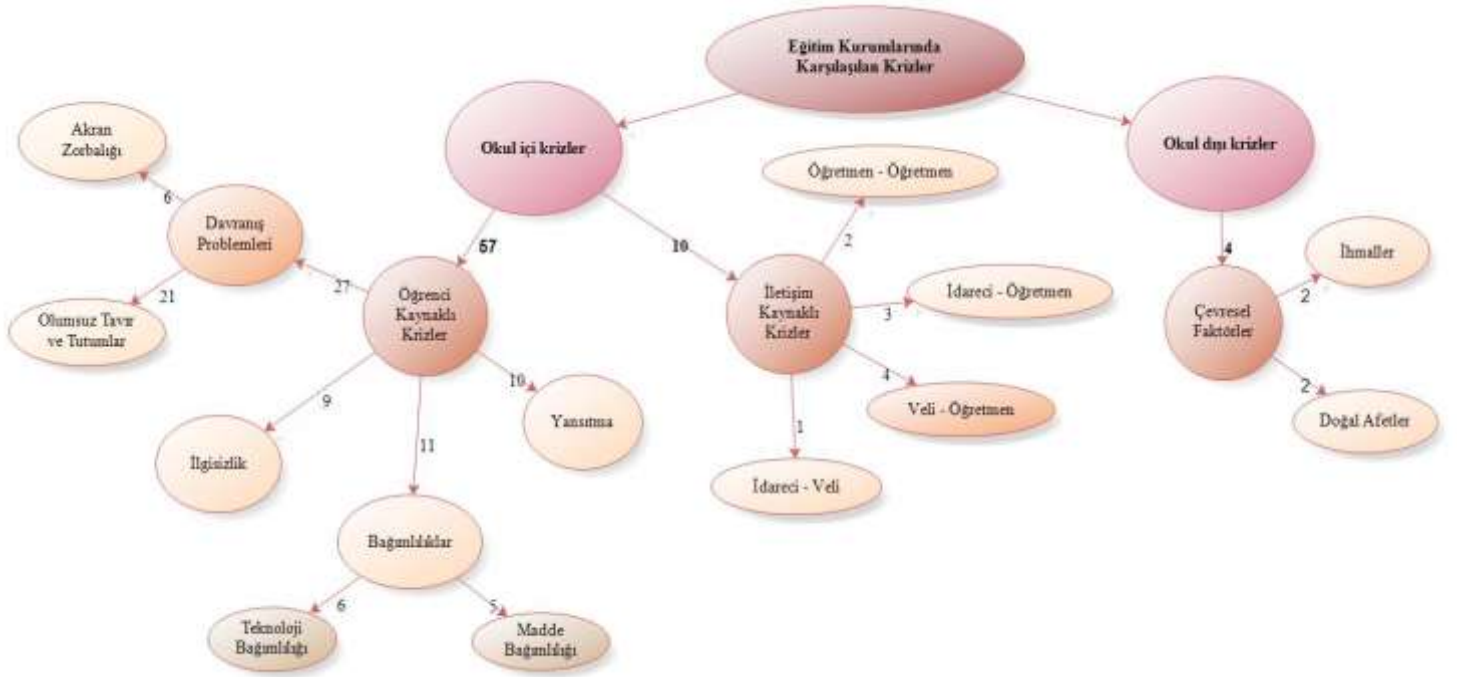
Bulgularda daha açıklayıcı bir sonuca ulaşmak için temalarda öğretmen görüşlerinden öne çıkanların özü değiştirilmeden araştırma bulgusu olarak kullanılmıştır. Araştırmada yapılan alıntılar öğretmen görüşlerine Ö1, Ö2, Ö3 vb. gibi numaralar verilerek oluşturulmuştur. Araştırmanın çalışma grubunu, 2018–2019 öğretim yılında Bartın il merkezindeki liselerde görev yapan 25 öğretmenden oluşturmuştur. Çalışma grubu belirlenirken gönüllülük esası dikkate alınmıştır.

BULGULAR

Bu bölümde elde edilen veriler içerik analizine tabi tutularak yorumlanmaya çalışılmıştır. Konuya ilişkin bazı kavramlar ve görüşler doğrudan alıntılarla çalışmaya eklenerek desteklenmiştir.

1. Eğitim Kurumlarında Karşılaşılan Krizler

“Eğitim kurumlarında karşılaşılan krizler nelerdir?” sorusuna ilişkin elde edilen veriler Şekil 1’de ele alınmıştır.



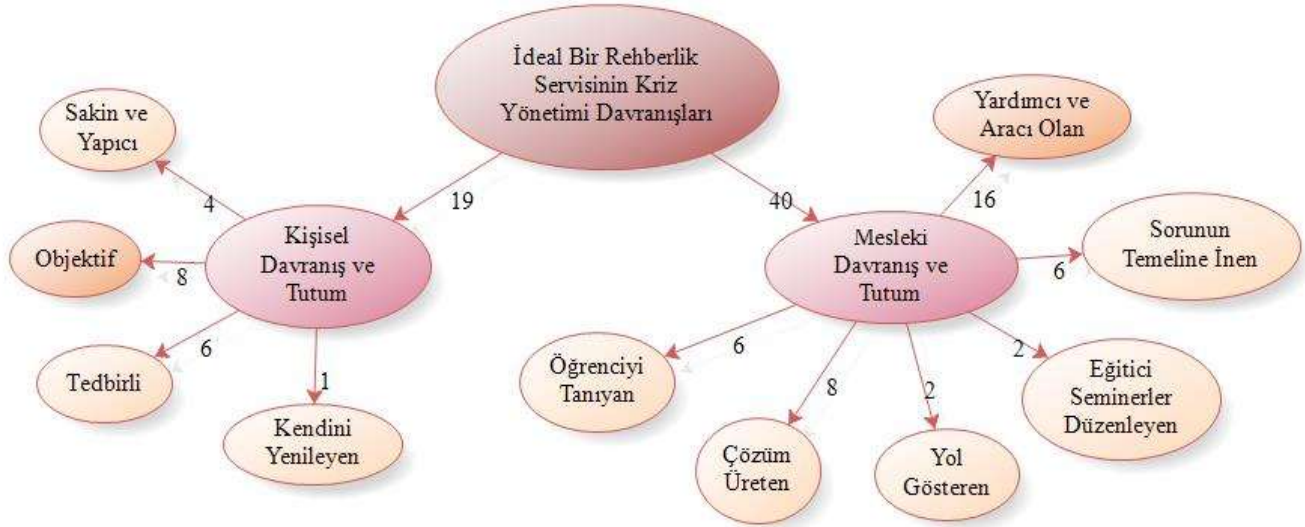
Şekil 1: Eğitim kurumlarında karşılaşılan krizler ile ilgili bulgular

Şekil 1 incelendiğinde eğitim kurumlarında karşılaşılan krizlerin “okul içi krizler” ve “okul dışı krizler” olarak ikiye ayrıldığı görülmektedir. Ö24 görüşünü; “Bence eğitim kurumlarında karşılaşılan kriz durumlarını 4 ana başlık altında inceleyebiliriz. Bunlardan birincisi ve en sık karşılaşılanı öğrenci kaynaklı krizler, ikincisi öğretmen idare uyumsuzlukları, üçüncüsü veli kaynaklı kriz durumları ve dördüncü son olarak da kurum dışı etmenler yani okulun bulunduğu konum ve çevresel sorunlar olarak söyleyebiliriz” şeklinde ifade etmiştir. Çalışmanın “okul içi krizler” ve “okul dışı krizler” olarak iki ana başlığa ayrılmasında Ö24’ün görüşüne paralel hareket edilmiştir. Ancak görüşte belirtilen öğretmen idare uyumsuzlukları ve veli kaynaklı krizler okul içi krizler ana başlığı altında yer alan iletişim kaynaklı krizlerin alt temaları olarak ele alınmıştır. Ö8’e göre; idareci-öğretmen arasındaki kopukluk ya da uyumsuzluk” da krize neden olmaktadır. Ayrıca Ö20’nin belirttiği; “Eğitim kurumlarında genellikle öğrenci- öğretmen arasında krizler yaşanmaktadır. Ancak bunun dışında; öğrenci-öğrenci, öğrenci -idare, öğretmen- idare,

öğretmen-veli arasında sorun yaşanabilmektedir” görüşü de iletişim kaynaklı krizler ana başlığını desteklemektedir. Okul içi krizler ana başlığının altındaki diğer tema ise öğrenci kaynaklı krizlerdir. Öğrenci kaynaklı krizlerin alt temalarında davranış problemleri, ilgisizlik, yansıtma ve bağımlılıklar yer almaktadır. Ö22’nin bu alt başlıklar konusundaki görüşleri şu şekildedir: “Eğitim kurumlarında karşılaşılan başlıca krizler şunlardır: Öğrencilerin mobil ya da bilgisayar bağımlılıkları, bu bağımlılık hem dikkatlerini etkilerken hem de bilgiye ulaşma süreçlerini de olumsuz yönde etkilemektedir. Öğrenciler bunlarla ilgili konulan yasaklara uymama eğilimindedirler. Sigara gibi madde bağımlılıkları, lise çağlarında özellikle sigara bağımlılığı oldukça sık görülen bir durum olmuştur. Aile temelli oluşturulan baskı ortamı, henüz ergenlik yaşlarında başlayan bu baskı zamanla, öğrencilerde psikolojik rahatsızlıklara ve kendilerine olan güven kaybına sebep olmaktadır. Bu durum öğrencilerin lise son sınıfa geldiklerinde üniversite tercihlerinde daha da şiddetleniyor. Çocuk hayatı boyunca hiç istemediği bir işi yapmak zorunda kalıyor. Sosyal medyanın gençleri olumsuz yönde etkilemesi, özellikle sosyal medya jargonu ile günlük hayatlarında oldukça fazla haşır neşirler. Bu durum sosyal ağlarında olumsuz sonuç doğuruyor. Çünkü bu jargonu oluşturanlar genellikle kendilerinden yaşça büyük insanlar. Ders çalışmama ve disiplinsiz davranışlar. Öğrenciler sınav sistemine dayalı bir ezber odaklı eğitime maruz kaldığı için dersler onlara angarya gelmekte ve hiçbir ilgi çekici yanı bulunmamakta. Bunun yanı sıra okulunda bir albenisi öğrenci için yoktur. Bu durum okul içinde disiplinsiz hareketlere sebep olmaktadır.” Bunun yanı sıra Ö12’nin; “Eğitim kurumlarında karşılaşılan krizler; öğrenci-öğretmen çatışmaları, öğrenciler arasında yaşanan yanlış iletişim kurma becerileri, öğrencilerin ailevi sorunlar, arkadaş ilişkilerindeki sorunların okula yansması, öğrencilerin sahip olduğu kötü alışkanlıklardır” görüşü yine öğrenci kaynaklı krizlerin alt başlıklarını desteklemektedir. Diğer ana başlık olan okul dışı krizlerin altında ise çevresel faktörler yer almaktadır. Çevresel faktörler konusunda Ö15’in görüşü; “Okul içi şiddetlerin yanı sıra doğal afetler, elektrik kaçakları, iş kazaları gibi durumlardır” şeklindedir.

1. İdeal Bir Rehberlik Servisinin Kriz Yönetimi Konusundaki Davranışları

“Kriz yönetimi konusunda rehberlik servisine düşen görevler nelerdir? Sizce ideal bir rehberlik servisi kriz yönetimi konusunda nasıl davranmalıdır?” sorusuna ilişkin ulaşılan veriler Şekil 2’de ele alınmıştır.



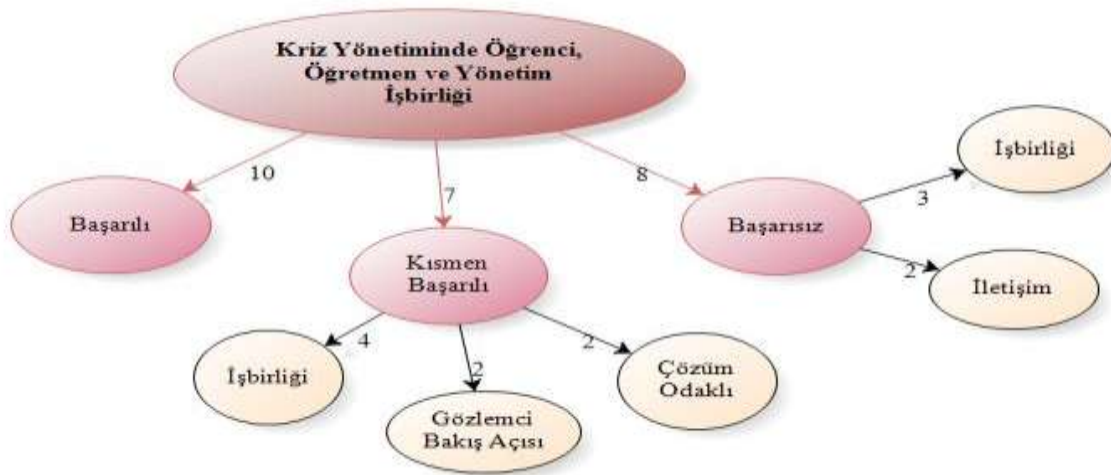
Şekil 2: İdeal bir rehberlik servisinin kriz yönetimi konusundaki davranışlarıyla ilgili bulgular

Şekil 2 incelendiğinde ideal bir rehberlik servisinin kriz yönetimi davranışları iki ana başlık altında toplanmıştır. Bunlardan birincisi kişisel davranış ve tutum diğeri ise mesleki davranış ve tutumdur. Kişisel davranış ve tutum altında ideal bir rehberlik servisinin kriz yönetiminde sakin ve yapıcı olması, olaylara objektif yaklaşması, sorunların yaşanmadan belirlenmesi konusunda tedbirli olması ve kendini sürekli yenilemesi alt başlıkları yer almaktadır. Bu alt başlıklardan ideal bir rehberlik servisinin kriz yönetimi konusunda objektif olması alt başlığı ön plana çıkmaktadır. Ö3’ün; “Kriz yönetiminde rehberlik servisi tarafları objektif olarak dinlemeli öğrencinin lehine olabilecek kararları vermelidir. Ayrıca rehberlik servisi problem gelsin çözüm anlayışı ile değil henüz problem meydana gelmeden önlem almalı” görüşü kişisel davranış ve tutum alt başlığını destekler niteliktedir. Ayrıca Ö20’ye göre; “Rehberlik servisi öğrenci, veli, öğretmen arasında köprü görevi görür. Rehber öğretmeni içinde bulunduğu sosyal çevreye karşı hem kendini yenilemeli hem de gözünü açık tutmalıdır. Teknolojinin nimetlerinden faydalanmalı, klasik yöntemleri bırakıp kendini yenilemelidir.” Ö1’in; “Çözüm odaklı, sakin ve yapıcı bir tutum sergilemeli, sorunun temeline inen yüzeysel çözümler üretmeyen bir anlayış olmalıdır” görüşü kişisel davranış ve tutum ana başlığının sakin ve yapıcı alt başlığını desteklemektedir.

Bir diğer ana başlık olan mesleki davranış ve tutumda ideal bir rehberlik servisinin kriz yönetiminde yardımcı ve aracı olması, sorunun temeline inmesi, yol gösteren olması, öğrenciyi yakından tanıması, çözüm üretmesi ve krizin önüne geçme amaçlı eğitici seminerler düzenlemesi alt başlıkları bulunmaktadır. Bu alt başlıklardan ideal bir rehberlik servisinin kriz yönetimi konusunda gerekli mesleki davranış ve tutumlardan yardımcı ve aracı özelliği ön plana çıkmaktadır. Ö12'nin görüşü; "Rehberlik servisinin kriz yönetiminde doğru adımlar atabilmesi için öncelikle öğrencilerle onları yakından tanıyabilmek adına sağlıklı bir diyalog içinde olması gerekir. Rehberlikte ilk aşama olan "bireyi tanıma" evresi sağlıklı bir biçimde tamamlandıktan sonra "kriz" durumuna sebep olan etmenler araştırılmalı, bu durumdan en az hasarla nasıl kurtarılabileceği dair yollar belirlenmeli ve öğrenciye sunulmalıdır. İçlerinden birinin seçimi mutlaka öğrenciye bırakılmalıdır. Çünkü rehberlik yol gösteren değil yollar gösteren bir servistir. İdeal bir rehberlik servisinin bu bilinçle hareket etmesi gerektiğini düşünüyorum" şeklindedir. Ö9 ise ideal bir rehberlik servisinin kriz yönetiminde mesleki davranış ve tutumu ile alakalı olarak, "İlgili konular üzerine eğitici seminerler düzenlemeli, bireysel görüşmeler yaparak öğrenciyi yakından tanımalı, ilgili konular üzerine gerekli durumlarda uzman personellerin yardımını alarak olaylara aracı olmalıdır. Rehberlik servisi, Soğukkanlı tutum sergilemeli, öğrenci sorunlarının kökenine inmeli, öğrencilerin güvenini kazanmalı" görüşünde bulunmuştur.

2. Rehberlik servisinin kriz yönetimi konusunda öğrenci, öğretmen ve yönetim işbirliği

"Rehberlik servisinin kriz yönetimi konusunda öğrenci, öğretmen ve yönetim işbirliğini nasıl değerlendiriyorsunuz?" sorusuna ilişkin ulaşılan veriler Şekil 3'de ele alınmıştır.



Şekil 3: Rehberlik servislerinin kriz yönetiminde öğrenci, öğretmen ve yönetim işbirliği konusuna ilişkin bulgular

Şekil 3 incelendiğinde rehberlik servislerinin kriz yönetimi konusunda öğrenci, öğretmen ve yönetim işbirliği üç ana başlıkta toplanmıştır. Alınan 25 öğretmen görüşünden 10'u kurumlarındaki rehberlik servislerini öğrenci, öğretmen ve yönetim işbirliği konusunda başarılı bulurken 8'i bu konuda kurumlarındaki rehberlik servislerini başarısız bulmaktadır. Başarısız bulan görüşler arasında, Ö9; “Kesinlikle olması gereken bir işbirliği ancak yeterli değil bu işbirliğine mutlaka velilerinde katılımı sağlanmalı” şeklindedir. Ö13 ise “bu kurumda en büyük eksikliğimiz rehberlik servisimizin sürekli işleyememesidir. Dolayısıyla öğrenci, öğretmen ve yönetim konusunda eksiklikler oluşmaktadır” görüşünü belirtmiştir. Diğer 7 görüş ise kriz yönetimi konusunda rehber öğretmenlerin öğrenci, öğretmen ve yönetim işbirliğini kısmen başarılı bulmaktadır. Kısmen başarılı bulan öğretmenler, rehberlik servisinin kriz yönetiminde öğrenci, öğretmen ve yönetim işbirliği anlamında daha çözüm odaklı olması gerektiği, olaylara gözlemci bakış açısıyla yaklaşması gerektiği ve daha fazla işbirliği yapılması gerektiği yönünde görüş bildirmişlerdir. Bu görüşler kısmen başarılı ana başlığının alt başlıklarıdır. Ö12'nin görüşü; “Rehberlik servisi öğrenci, öğretmen ve yönetim arasında bana göre köprücük kemiği görevindedir. Bu yüzden her ihtiyaç durumunda ulaşılabilir bir durumda olunmalıdır. Öğrencilerin bireysel sorunlarını çözme anlamında işbirliğini kuvvetli buluyorum; fakat öğretmen, öğrenci arasında yaşanan bazı sorunların rehberlik ve yönetim tarafından halledildiği düşünülse de öğretmene bir dönüt gelmemesinden dolayı bir yerde iletişim problemi olduğu kanısındayım” yönündedir.

3. Rehberlik Servislerinin Kriz Yönetimi Konusundaki Çalışma Yeterlilikleri

“Rehberlik servisinin kriz yönetimi konusundaki çalışmalarını yeterli buluyor musunuz? Neden?” sorusuna ilişkin ulaşılan veriler şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4: Rehberlik servislerinin kriz yönetimi konusundaki çalışma yeterliliklerine ilişkin bulgular

Şekil 4 incelendiğinde rehberlik servislerinin kriz yönetimi konusundaki yeterlilikleri üç ana başlıkta toplanmıştır. Alınan 25 öğretmen görüşünden 12'si kurumlarındaki rehberlik servislerinin kriz yönetimi

konusundaki çalışmalarını yeterli bulurken 6'sı bu konuda kurumlarındaki rehberlik servislerini yetersiz bulmaktadır. Yetersiz bulan görüşler arasında, Ö3; “yeterli bulmuyorum. Yönlendirme, bilgi verme yeterliliği zayıftır” görüşünde bulunurken, Ö16; “rehberlik servisimizi kriz yönetimi yeterli bulmuyorum. Gerekli çaba ve yeterli işbirliği sağlanmadığını düşünüyorum” ve Ö17; “yetersiz, sınıf rehber öğretmenlerinin derslerine eşlik edilmeli ve yardımcı olunmalı, problem teşkil eden öğrencilerin takibi yapılmıyor” görüşlerinde bulunmuşlardır. Diğer 7 görüş ise rehberlik servislerinin kriz yönetimi konusunda yeterliliklerine kısmen cevabını vermişlerdir. Kısmen cevabını veren öğretmenler, rehberlik servisinin kriz yönetiminde yeterli olması için daha fazla işbirliği ve anında müdahale konusunda daha başarılı olması gerektiği yönünde görüş bildirmişlerdir. Bu görüşler kısmen ana başlığının alt başlıklarıdır. Ö15'in görüşü; “öğrenci sayısının fazla olduğu ve alan olarak büyük olan okulumuzda rehberlik servisi tek başına yeterli olması beklenemez. Ancak sınıf rehberlik öğretmenleri ile beraber işbirliği içinde kalarak problemlere yeni yaklaşımlar getirilebilir” şeklindedir. Ayrıca Ö18; “öğretmenimizin okulda her gün olması ile hafta üç gün olması durumun çözülmesini değiştiriyor. Anında müdahale edilmesi kriz yönetiminde etkili yöntemdir” görüşünde bulunmuştur.

4. Rehberlik Servislerinin Kriz Yönetimi Konusundaki Başarı/Başarısızlık Durumuna Yönelik Örnek Olaylar

“Rehberlik servisinizin kriz yönetimi konusundaki başarı/başarısızlık durumuna yönelik örnek bir olay anlatabilir misiniz?” sorusuna ilişkin ulaşılan verilerden aşağıda örnekler verilmiştir.

Rehberlik Servislerinin başarısızlık durumlarına örnek olarak Ö3; “Veli rehberlik servisi ile öğretmen devre dışı bırakılarak görüşmeler yapılabiliyor. Buda sağlıklı bir iletişimi mümkün kılmıyor” bu örnekte rehberlik servisinin başarısızlığı iletişim eksikliğinde görülmektedir. Başka bir örnek olayı Ö7; “12. Sınıf öğrencilerinden birinin, bir kız öğrencinin, son dönemde okulu bırakması beni çok üzdü. Oldukça başarılı olan bu öğrencinin ailevi sorunları ve kendi kişisel sorunları ile fazla ilgilenilmediğini düşünüyorum. Bu konuda rehberlik servisi daha fazla çaba harcaayabilirdi” olarak ifade etmiştir. Bu örnek olayda ise rehberlik servisinin başarısızlığı öğrenci takibinin iyi yapılamamasına dayandırılmıştır. Ö12; “Anlatabilirim. Çok yakında bir öğrenci ve velisi ile yaşadığım bir problem oldu. İletişim tek taraflı gerçekleşti, sorunun halledildiği bilgisini aldım. Ama problem yaşayan ana karakterlerden biri olmama rağmen benimle hiç iletişime geçilmedi. Bu durumdan son derece rahatsız oldum. Problemin çözülmesinden ziyade üstünün kapatıldığını düşünüyorum” şeklinde örnek bir olay anlatmıştır. Bu örnekte ise rehberlik servisinin sorun çözümünde öğretmen-öğrenci-veli iletişimini tam olarak sağlamadığı ve sorunun çözümünde öğretmen ile iletişime geçmediği için başarısız olarak değerlendirilmiştir. Bir başka örnekte ise Ö21; “Şu ana kadar yapılan bence ya eksikti ya da hatalıydı. Yaşanan problemlerin çözülmeden sadece üstünün kapatıldığını

düşünüyorum. Örneğin bir öğrenci öğretmenine hakaret edebiliyor ve öğrencinin bu hatalı davranışı düzeltilmesi, ona yaptığıının yanlış olduğunun anlatılması gerekirken olay büyüyüp aile de işin içine girebiliyor ve öğretmenin canını sıkacak, çocuklarını haklı gösterecek söylemlerde bulunabiliyor. Sonuçta öğretmen hem saygısızlığa uğrayıp hem de haksız yere canı sıkılabiliyor. Problem halledildi denildiği halde bu durum sürüyor ve tekrarlanabiliyor” bu örnek olayda ise yine iletişim eksikliğinden kaynaklanan bir başarısızlık olduğu ifade edilmiştir.

Rehberlik Servislerinin başarı durumlarına örnek olarak, Ö5; Genel olarak öğrencileri tek tek çağırıp, görüşme yaptıklarını, problem sorun konusunda idare- veli- öğretmen iş birliği yapıldığını biliyorum bu durumda başarıyı beraberinde getiriyor ” şeklinde ifade etmiştir. Örnek olayda rehberlik servisinin başarısı öğrenciyi doğru tanımaya ve idare-öğretmen-veli işbirliğinin sağlam olmasına dayandırılmıştır. Ö6; “Görüşme yoluyla derslerden oldukça uzak öğrencilerden bazılarını kazanabildiğimizi gözlemledim” şeklinde ifade etmiştir. Bu örnek olayda rehberlik servisinin başarı durumu öğrenci ile birebir görüşme yapıp, sağlıklı iletişim kurulmasına bağlanmıştır. Ö8 ise örnek olay olarak “Cep telefonlarının okul vakti boyunca dolaplara konması konusunu aşamalı bir şekilde hem öğrencilere hem velilere hem de öğretmenlere uygun, makul ve anlaşılabilir gerekçelerle hiçbir sorunla karşılaşmadan benimsetme çalışmasını takdirle karşıladım” anlatmıştır. Bu örnek olayda rehberlik servisinin başarısı öğretmen-öğrenci-veli işbirliğine, sağlıklı iletişime ve aynı zamanda aşamalı olarak öğrencilere benimsetme çalışmalarına bağladığı görülmüştür. Ö22 ise anlattığı örnek olayı “Başarı durumu ile ilgili şöyle bir durum anlatabilirim. Bir lise bir öğrencisi vardı ve bu öğrenci ailesinden aşırı bir baskı görmekteydi bu baskı sonucunda öğrenci sınavlardan önce ya da sonra kusuyor ya da ağlıyordu. Bu durum rehberlik servisine bildirildi rehberlik servisi okul yönetimiyle işbirliği yaparak çocuğun ailesiyle görüştü öğretmenlerin endişesini aile tarafından yapılan baskının çocukta oluşturduğu etkileri anlattı. Bu görüşme günü birlikte olmadı. Defalarca aile ile görüşüldü. Sonuç olarak aile yaptığıının çocuğu kötü etkilediğini anladı. Çocukla daha sağlıklı bir diyalog kurulmaya başlandı. Çocuk birkaç ay sonra eskisinden de daha başarılı oldu” şeklinde ifade etmiştir. Bu örnek olayda ise yine rehberlik servisinin başarısı veli-öğretmen-idareci arasında kurmuş koordinasyonlu iletişime ve öğrenci ile birebir görüşülüp devamında takibinin yapılmasına bağlandığı görülmüştür. Son olarak Ö24 ise örnek olayı “Başarısız olarak şuan aklıma bir örnek gelmiyor. Fakat başarılı olduğu en yakın tarihte yaşanan bir olay mesela ailevi sorunlar nedeniyle sigara kullanmaya başlayan bir kız öğrencimiz birebir görüşmeler ve çeşitli sosyal etkinlikler ve süreci aralıksız takip ederek daha sonrasında oluşabilecek olumsuz tutum ve davranışların önüne geçilmiştir” şeklinde ifade etmiştir. Bu örnek olayda yine rehberlik servisinin başarısı öğrenci ile yapılan birebir görüşmelere ve sonrasında olayın takibinin yapılmasına bağlandığı görülmüştür.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Kriz, örgütlerin başarısını ve amaçlarını tehdit eden durumlardır. Örgütsel özellikleri barındıran eğitim kurumlarında yaşanan krizler birçok açıdan kurumların yapısına negatif olarak yansımaktadır. Bu krizler okul içini ve çevresini olumsuz olarak etkilemektedir. Krizin hiç yaşanmaması istense de bu imkansız bir durumdur. Çünkü krizi başından kestirip tamamen ortadan kaldıracak net bir metot bulunmamaktadır. Kriz ile mücadele, krize sebebiyet veren durumların ciddiyetle ve soğukkanlı bir şekilde belirlenmesi, orta ve uzun dönemde soruna sebebiyet vermeyecek onarıcı tedbirlerin alınması ve gelecek dönemlerde yaşanma ihtimali olan krizlere yönelik acil durum planlarının yapılmasını gerektirir (Sezgin, 2003). Bütün bunlara ek olarak eğitim kurumlarında krizlerin yaşanması kuruma kriz yaşanan konularda deneyim ve tecrübe katabilir. Yani bu açıdan baktığımızda krizin olumlu yönlerini de bulunmaktadır (Okumuş, 2003). Ayrıca kriz kurumların, zaman zaman durumlarını, işleyişlerini, politikalarını, yapı ve işlevlerini tekrar tekrar değerlendirmesi açısından önemli bir fırsattır (Boin, 2004; Akt: Döş & Cömert 2017).

Eğitim kurumlarında kriz yönetiminde örgüt içi çalışanların hepsine iş düşmektedir. Fakat bu çalışmada rehberlik servislerinin kriz yönetimindeki rolü ön plana çıkarılmıştır. Ayrıca kriz yönetiminde rehberlik servislerinin tutum ve davranışlarının değerlendirilmesi için kurumun diğer öğretmenlerinden görüşler alınmıştır. Bir eğitim kurumunda rehberlik servislerinin özellikle kriz anlarında sergilediği davranışlar, aldıkları kararlar öğrencileri, öğretmenleri, velileri ve hatta okul yönetimlerini bile etkileyebilir. Eğitim kurumlarında önceden sıkıntıların, tehditlerin ve olasılıkların belirlenmesi, sorunların ön görülmesi ve krize erken tedbirlerin alınması krizlerin engellenmesine yardımcı olabilir (Maya, 2006). Bu noktada rehberlik servislerine büyük görev düşmektedir.

Araştırmada sonuç olarak öğretmen görüşleri ile rehberlik servislerinin kriz yönetim becerileri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelere göre; Öğretmenlerden alınan görüşler doğrultusunda eğitim kurumlarında karşılaşılan krizleri genel olarak okul içi krizler ve okul dışı krizler olarak iki ana başlık altında toplayabiliriz. Verilen yanıtlar doğrultusunda eğitim kurumlarında karşılaşılan krizlerin en çok okul içinde yaşandığı gözlenmiştir. Okul içinde yaşanan krizlerin kaynaklarına baktığımız zaman baskın olarak verilen yanıtlardan okul içindeki krizleri ikiye ayırmak mümkündür. Bunlar; Öğrenci Kaynaklı Krizler ve İletişim Kaynaklı Krizlerdir. Öğrenci Kaynaklı Krizleri incelediğimizde karşımıza ağırlıklı olarak davranış problemleri çıkmaktadır. Davranış Problemleri ise içerisinde Akran Zorbalığını ve Olumsuz tavır ve tutumları barındırmaktadır. Öğretmenler, öğrencilerin birbirleri üzerine baskı kurmaya çalışarak onlara istemedikleri şeyleri yaptırmaya zorladıklarını ifade etmişlerdir. Aynı zamanda öğrencilerin öğretmenlere ve birbirlerine karşı saygısız tutum sergilediklerini, öğrencilerin öfke kontrol problemleri yaşadıklarını, okul içi disiplinsiz tutum sergilediklerini ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin eğitim kurumlarında karşılaştıkları

sorunlardan gördükleri bir başka durum ise öğrencilerin derse karşı ilgisiz tutum sergilemeleri bunun doğrultusunda derste sürekli olarak uyku halinde olmaları ve ders motivasyon eksikliklerinin olduğunu ifade etmişlerdir.

Öğretmenlerin maruz kaldıkları bir diğer öğrenci kaynaklı kriz ise öğrencilerin ailevi sorunlarını, aile üyelerinden birinin kaybını ya da yokluğunu okula yansıtmaları olarak değerlendirmişlerdir. Akranları arasındaki problemleri ve kız erkek ilişkilerinde yaşanan problemlerin de okula yansıtılması eğitim ortamını olumsuz yönde etkilemekte ve aynı zamanda öğrencinin derse olan ilgisini de düşürdüğünü ifade ettikleri gözlenmiştir. Çalışmada karşımıza çıkan bir diğer öğrenci kaynaklı kriz ise bağımlılıklardır. Öğrencilerin kötü alışkanlıkları (sigara kullanımı, alkol kullanımı ya da madde kullanımı) hem ders verimi düşürmekte hem de öğrencinin okul içinde olumsuz davranışlar göstermesine neden olmaktadır. Gelişen teknoloji ile internet bağımlılığı ya da sosyal medya bağımlılığı olarak da adlandırabileceğimiz bağımlılıkların da öğrencilerin derse olan ilgilerini olumsuz yönde etkilediği ifade edilmiştir. Çünkü öğrenciler vakitlerinin çoğunu telefon ya da bilgisayarda geçirmekteler bu durumda derse odaklanmalarını zorlaştırmaktadır.

Öğretmenlerin eğitim kurumlarında karşılaşılan krizlerden biri olarak gördükleri iletişim Kaynaklı krizlerden en baskın olanı veli öğretmen iletişim sorunudur. Öğretmenler rehberlik servislerinin problemleri çözerken bazı durumlarda kendilerinin bu sürece dahil edilmediklerini dolayısıyla veliye ulaşmakta sıkıntı yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Veli öğretmen iletişimi sağlanmadığı zamanlarda sorunun tam olarak çözüme kavuşturulmadığını, yüzeysel olarak çözülüp, üstünün örtüldüğünü ifade etmişlerdir. Yaşanan iletişim kaynaklı krizlerin diğer örnekleri ise öğretmen-öğretmen problemleri, idare-öğretmen problemleri, idare-veli problemleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğretmenler idare ile ya da öğretmen arkadaşları ile anlaşmazlıklar yaşadıkları durumlarda eğitimin aksadığını, huzursuz bir çalışma ortamının olduğunu dolayısıyla kendilerini mutlu hissetmediklerini, motivasyonlarının düştüğünü ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin motivasyonlarının düşük olması ise ders verimi düşürmekte aynı zamanda öğrenciyi derse çekmede problemler yaratmaktadır.

Eğitim kurumlarında, öğrenci ve iletişim eksikliğinden kaynaklanan krizler kadar çevresel etkilerden kaynaklanan krizlerde meydana gelmektedir. Bunlar, yeri geldiği zaman eğitim ortamını hem fiziksel anlamda hem de psikolojik anlamda olumsuz etkilemektedir. Bu krizlere örnek olarak yaşanan doğal afetler ve iş kazaları gösterilebilir. Ülkemizde 2011 yılında yaşanan Van depreminde birçok okul hasar görmüş ve 1 okul ise tamamen yıkılmıştır. Deprem sonrasında oluşan hasarlar nedeniyle eğitim öğretime 1 hafta ara verilmiştir. Yaşanan bu doğal afet eğitim öğretimin aksamasına neden olmuştur. Bu krizlerin öngörülmesi çoğu zaman imkansızdır. Eğitim kurumlarında karşılaşılan çevresel etkilerden kaynaklanan krizlerde süreci olumlu olarak yönetmek çok önemlidir. Özellikle kriz sonrası süreç de krizin etkilerini en aza indirmek için

kriz yönetiminde kilit rol üstlenen rehberlik servisinin diğer birimlerle koordineli çalışması gerektiği öğretmenler tarafından ifade edilmiştir.

İdeal bir rehberlik servisinin kriz yönetimi davranışlarına ilişkin öğretmen görüşleri incelendiğinde iki temel nokta karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan ilki Kişisel Davranış ve Tutumlar, ikicisi ise Mesleki Davranış ve Tutumlardır. Öğretmenlerden alınan görüşler doğrultusunda karşımıza baskın cevap olarak kriz yönetiminde ideal bir rehberlik servisinin her şeyden önce objektif olması gerektiği çıkmaktadır. Öğrencilere, velilere, öğretmenlere ya da idareye yaklaşırken tarafsız olması gerektiği çoğu öğretmen tarafından ifade edilmiştir. Aynı zamanda olaylara yaklaşırken sakin bir yapıda olması ve samimi bir yaklaşım sergilemesi gerektiği de ifade edilmiştir. Olaylara yaklaşırken yapıcı bir tutum sergilemesi gerektiği bu yüzden kişisel duygularından ziyade objektifliğe önem vermesi gerektiği ifade edilmiştir. Yine öğretmen görüşlerine göre ideal bir rehberlik servisi sürekli olarak değişen çağa ayak uydurabilmelidir. Kendinden sonra gelen nesle ayak uydurmak için de kendisini sürekli olarak yenileyebilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Kriz yönetimi konusunda ideal bir rehberlik servisinin mesleki olarak kendisini sürekli geliştirmesi gerektiği de karşılaşılan bir başka sonuçtur. İdeal bir rehberlik servisinin öğrencisini tanıması gerektiği ve ona yaklaşırken güven veren bir tutum sergilemesi gerektiği ifade edilmiştir. İnsan kendini iyi hissettiği bir ortamda rahat olabileceği için rehberlik servisi odasının da bu özellikler dikkate alınarak dizayn edilmesi gerektiği öğretmenler tarafından vurgulanmıştır. Vurgulanan bir başka önemli nokta ise ideal bir rehberlik servisinin yardımcı ve aracı rolde olması gerektiğidir. Rehberlik servisi, öğretmen-öğrenci, öğrenci-veli, veli-idare, veli-öğretmen ve idare-öğretmen arasında köprü görevi görmektedir. Bu ikili ilişkilerde sağlam bir işbirliğinin kurulması krizlerin öngörülmesi ve kriz yönetimi konusunda başarılarla ulaşılmasında çok önemlidir. İdeal bir rehberlik servisinin yol gösterici olduğu ifade edilmiştir. Öğrencilere sorunların çözümünde farklı bakış açıları kazandırarak karar noktasında özgür bırakması gerektiği ifade edilmiştir. Aynı zamanda ideal bir rehberlik servisinin sorunları çözerken sorunların temeline inmesi gerektiği, sorunla yüzeysel olarak ilgilenilmemesi gerektiği de vurgulanarak sorunun temeline inilip çözülen krizlerde net bir başarı sağlandığı da öğretmenler tarafından ifade edilmiştir.

Öğretmenlerden alınan görüşler sonucunda rehberlik servislerinin kriz yönetiminde öğrenci, öğretmen ve yönetim işbirliğinin genel olarak başarılı bulunduğu gözlenmiştir. Kısmen başarılı bulan öğretmenlerin görüşleri ise rehberlik servislerinin sorunları çözerken daha işbirliğine açık olması gerektiğini, sorunları çözerken çözüm odaklı olmaları gerektiğini ve gözlemci bakış açısıyla yaklaşımları gerektiğini ifade etmişlerdir. Rehberlik servisinin krize objektif olarak yaklaştığı takdirde daha başarılı olacağını ifade eden görüşler aynı zamanda ideal bir rehberlik servisinin özelliklerinden biri olarak görülen objektifliği de

desteklediği görülmüştür. Yine rehberlik servislerinin başarısız olduğunu ifade eden görüşlere göre başarısızlığın nedenini işbirliği eksikliğine ve iletişim kopukluğuna dayandırmışlardır. Öğrenci-öğretmen, öğretmen-veli, öğretmen-öğretmen ve öğretmen-idare iletişimi ve işbirliği eğitimin temel unsurlarından biri olarak ifade edilmiştir. Bu durumda rehberlik servisinin işbirliğine ve iletişime ne kadar önem vermesi gerektiğini göstermektedir. Sağlıklı iletişimin ve işbirliğinin başarıyı da beraberinde getireceği verilen cevaplardan ve yaklaşımlardan görülmektedir.

Kriz yönetimi konusunda rehberlik servisinin çalışmalarının yeterli bulunup bulunmaması bir önceki konuyu destekleyici nitelikte olduğu gözlenmiştir. Çünkü genel olarak rehberlik servislerinin kriz yönetimindeki çalışmaları yeterli bulunsada, Kısmen ve yetersiz bulan görüşler yetersizliğin nedenini yine işbirliği eksikliğine ve anında müdahale edilememesine dayandırmışlardır.

Verilen cevaplar dikkate alındığında rehberlik servisinin kriz yönetimindeki başarısındaki en önemli faktörün öğrenci-öğretmen, öğrenci-veli, öğretmen-veli, veli-idare ve idare-öğretmen arasındaki işbirliği olduğu gözler önüne serilmiştir. Bir diğer önemli faktörün ise iletişim olduğu gözlenmiştir.

Araştırma sonuçlarında şu öneriler sunulabilir; Öğretmenlere bu konuda eğitici seminerler (davranış problemleri – bağımlılıklarla mücadele - rehber öğretmen kişisel ve mesleki gelişimi – hizmet içi eğitim) düzenlenebilir. Rehberlik servislerinin; öğrenciyi daha yakından tanınması ve yol göstermesi için çalışmalar yapılabilir. Etkili iletişim (öğretmen-öğrenci, veli – öğretmen, öğretmen – öğretmen, öğretmen – idare, idare – veli) için çalışmalar yapılabilir. Okullarda olası krizlerin belirlenmesi ve çözümüne ilişkin ön çalışmalar yapılabilir. Acil kriz müdahale ekiplerinin daha işlevsel olması sağlanabilir. Öğretmen-öğrenci-veli-idare işbirliğini ve iletişimini güçlendirecek eğitici atölyelerin yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Aksoy, H.H. ve Aksoy, N. (2003). “Okullarda Krize Müdahale Planlaması”. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 1-2, 40.
- Aykaç, B. (2001). “Kamu Yönetiminde Kriz ve Kriz Yönetimi”, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2, 123-132.
- Bakırcıoğlu, R. (2005). “İlköğretim Ortaöğretim Ve Yükseköğretimde Rehberlik Ve Psikolojik Danışma”, Ankara: Anı Yayıncılık.
- Bursalıoğlu, Z. (1994). “Okul Yönetiminde Yeni Yapı Ve Davranış”, Ankara: Pegem yayıncılık.

- Can, H. (1999). “*Organizasyon ve Yönetim*”, Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Demirtaş, H. (2000). “Kriz Yönetimi”, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 23, 353-373.
- Döş, İ. ve Cömert, M. (2012). “İlköğretim Okullarında Kriz Yönetimi Hakkında Okul Müdürlerinin Görüşü”, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20, 329-346.
- Maya, İ. (2014). “Kamu İlkokullarında Yöneticilerin Sergiledikleri Kriz Yönetimi Beceri Düzeylerine İlişkin Öğretmen Görüşleri”, *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 23, 209-235.
- MEB (2017). “Millî Eğitim Bakanlığı Rehberlik Hizmetleri Yönetmeliği”, 2017.
[<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/11/20171110-2.htm>]
Erişim Tarihi: 30.03.2018
- Okumuş, F. (2003). “İşletmelerde Kriz Yönetimi Ve Krizlerin İşletmeler Üzerine Olası Etkileri”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 203-212.
- Özen, Y. (2011). “Eğitim Kurumlarında Yönetmelik ve Bireysel Krize Müdahalenin Planlanması ve Eğitimi”, *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, 3.
- Pearson, C. M. ve Clair, J. A. (2008). “Reframing Crisis Management, Crisis Management”, A.Bain (Ed.), 1-24, London.
- Sezgin, F. (2003). “Kriz Yönetimi”, *Kırgızistan Türkiye Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8, 181-195.
- Tan, H. (1992). “*Psikolojik Danışma Ve Rehberlik. Teori Ve Uygulama*”, İstanbul: Alkım Yayınları
- TDK (2006). T.C. Başbakanlık Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Türk Dil Kurumu, 2006.
[http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&kelime=BUNALIM]
Erişim Tarihi: 28.03.2018
- Türkölü, A. (2006). “*Sınıf Ve Okul Disiplinlerine Çağdaş Bir Yaklaşım: Onarıcı Disiplin*”, Ankara: Ekinoks basım ve yayım
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). “*Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*” (8. Tıpkı Basım). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Öğretmeni Adaylarının Çalışma Ortamlarına Hazır Olma Durumlarının Belirlenmesi: Kırsal Bölge

Yeşim IŞILDAK¹, Prof. Dr. Nida BAYINDIR²

¹E-mail: yyesimisildak@gmail.com ; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Sınıf Eğitimi Bölümü, Eskişehir / Türkiye.

²E-mail: nida.bayindir@ogu.edu.tr ; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Sınıf Eğitimi Bölümü, Eskişehir/ Türkiye.

Özet

Eğitimde öğretmenin rolü kritik bir öneme sahiptir ve özellikle kırsal bölgelerde görev yapacak öğretmenlerin, farklı sosyal ve fiziksel koşullara hazırlıklı olmaları gerekmektedir. Kırsal alanlar; sınırlı kaynaklara, altyapı sorunlarına sahip olup, eğitimde öğretmen yeterliliklerini gerektirmektedir. Bu araştırmanın amacı, sınıf öğretmeni adaylarının kırsal bölge de çalışmaya hazır olma durumlarını belirlemektir. Araştırma, nitel araştırma yöntemlerinden fenomenoloji deseniyle yürütülmüş; 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesinde öğrenim gören 17 gönüllü öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmış; veriler yazılı formlar yoluyla toplanmıştır. Analiz sürecinde betimsel analiz tekniği tercih edilmiştir. Elde edilen bulgular; öğretmen adayları kırsal bölgeyi genellikle köy olarak tanımlamış, kırsal yaşamı ise ulaşım zorlukları, altyapı yetersizlikleri gibi olumsuz koşullarla ilişkilendirmişlerdir. Adaylar çözüm üretme ve sosyal çevre oluşturma konularında yetersizlik duygusu yaşadıklarını, üniversite eğitiminin kırsal yaşama yeterince hazırlayıcı olmadığını belirtmişlerdir. Araştırma, üniversite programlarında kırsal odaklı daha işlevsel ve deneyimsel içeriklerin yer alması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kırsal, kırsalda eğitim, sınıf öğretmeni adayları

Abstract

The role of teachers is crucial in education, especially for those working in rural areas with unique social and physical conditions. This study examines the preparedness of prospective primary school teachers for rural teaching. Conducted with 17 volunteer preservice teachers from Eskişehir Osmangazi University during the 2024–2025 academic year, a phenomenological design and semi-structured interviews were employed for data collection. Findings reveal that participants often associate rural areas with negative aspects like transportation issues, lack of accommodation, and inadequate infrastructure. While many feel ready to teach, they express concerns about problem-solving and social integration. A prevalent belief is that university education does not adequately prepare them for rural challenges. The study emphasizes the need for university programs to incorporate more practical, rural-focused content to better equip future teachers for these environments.

Keywords: Rural, education in rural areas, preservice primary teachers,

GİRİŞ

Eğitim, çeşitli paydaşlarla bir bütün oluşturur ve neticesinde bireye, toplumun istediği davranışları kazandırmayı amaçlar. Eğitim, bireyi istenen yönde kültürleme süreci demektir (Senemoğlu,2018). Eğitimin paydaşları içerisinde birçok önemli değişken bulunur, bunlar; öğretmen, öğrenci, eğitim ve öğretim programları, aile ve sosyal çevredir. Ancak tüm bu değişkenlerin içerisinde en kritik olan ögenin öğretmenler olduğunu söyleyebiliriz. Çünkü bir kültürleme süreci olan eğitim sürecinde, öğrenciler öğretmenlerinin birer yansıması haline gelebilirler. Toplumun kültür ve değerlerinin gelecek kuşaklara aktarılmasına öğretmenler öncülük etmektedir (Özden, 1999: 21).

Öğretmenlik mesleği, alan bilgisi ve becerisi gerektirir, bu yüzden öğretmenlik mesleğini tercih eden insanların, mesleki görevlerini yerine doğru bir şekilde getirebilmeleri için bazı önemli yeterliliklere sahip olması beklenir (Şişman, 2001). Öğretmenlerin mesleki yeterliliğe ve yeterli bilgi donanımına sahip olması ve mezun olmadan önce alan bilgisi, meslek bilgisi ve genel kültür alanlarında bilgi birikimlerinin olması gerekir. Bu nedenle öğretmenlerin mesleki yeterliklerinin araştırılıp, belirlenmesi ve öğretmenlerin bunlara uygun bir program çerçevesi ile yetiştirilmesi gerekmektedir (Eskicumalı, 2002).

Araştırmada adı geçen sınıf öğretmenleri ve adaylarının hedef kitlesi ise ilkokul düzeyindeki öğrencileridir. Sınıf öğretmenleri, devletin seçtiği eğitim politikasını uygulayan ve uygulama sonuçları sayesinde eğitim politikalarını da etkileyen, bireylerin aileden sonraki süreçte öğrenim sorumluluğunu yerine getiren meslek grubunu oluştururlar (Anılan, Kılıç ve Demir, 2015). Sınıf öğretmenliği, 1997 yılında anabilim dalı olarak, ilköğretim bölümü içerisinde yer almıştır. Yine aynı yıl içerisinde MEB ve YÖK tarafından bütün eğitim fakültelerini kapsayan ortak bir öğretim programı uygulanmaya başlamıştır. Belirtilen bu öğretmen yetiştirme programı 1997 yılından itibaren eğitim fakültelerinde uygulanmaktadır (Kılıç ve Acat, 2007).

Sınıf öğretmenlerinin hedef kitlesi temel eğitime ihtiyaç duyan öğrenci kitlesine sahip olduğundan, sınıf öğretmeni yetiştirme programlarının diğer programlar içerisinde ayrı bir öneme sahip olduğunu söyleyebiliriz. Öğrencilerin yaşamlarında, bilgi edinme, işleme ve öğrenme süreçlerinde; sınıf öğretmenlerinin etkileri çok fazladır (Hargreaves, 1999).).

Temel becerilerin ve yaşantıların kazandırıldığı ilköğretim döneminde bulunan öğrencilere eğitim veren sınıf öğretmenlerinin temel becerilere sahip öğrenciler yetiştirebilmeleri için üstlerine birçok görev ve sorumluluk düşmektedir. Sınıf öğretmenlerinin bu sorumluluklarını yerine getirebilmeleri için, öncelikle mesleklerine devletin belirlediği alanlarda yapmaları gerekmektedir. (Anılan, Kılıç ve Demir, 2015). Dolayısıyla köy, kasaba, ilçe merkezleri, il merkezleri, büyükşehirler kısaca hedef kitlenin bulunduğu bütün yerleşim birimleri öğretmenler için birer görev alanıdır. Söz konusu olan bu yerleşim birimlerini kırsal ve kentsel alanlar olarak ikiye ayırabiliriz.(Bulut, Coşkun 2018).

Kırsal alan Türkiye’de genel kabul olarak nüfus üzerinden tanımlanır, mahalli idare sınırlarına göre 20 bin nüfus eşliğini baz alan kent-kır tanımıdır. (GTHB, 2015a; TOB, 2021). Mekânsal ve toplumsal karşılıklarını aynı anda içinde bulunduran ifadeleriyle kırsal alan, kırsal yerleşimler, kırsal kesim olarak farklı şekillerle anılır. Kır; tarımın hakim sektör olduğu, geleneksel yaşam ve üretim ilişkilerinin baskın karakterini koruduğu, toplum sal ve ekonomik değişimin kentlere göre daha yavaş seyrettiği, toplumsal iş bölümünün ve uzmanlaşmanın zayıf, yüz yüze ilişkilerin ise yoğun olduğu sosyal çevreyi ifade etmektedir (SBB, 2018b).

Dünyanın neredeyse her yerinde öğretmenliğin ilk yılları, en çok zorluk çekilen yıllar olarak bilinmektedir (Feiman-Nemser, 2003). Görevin ilk yıllarını genellikle kırsal bölgede geçirmesi gereken sınıf öğretmenlerinin, aday öğretmenlik süreçlerinde kırsal bölgeleri tanımaları, ön hazırlıkta bulunmaları bu husus giderilmesi ve yahut azaltılması bağlamında gereklidir. Kırsal bölgelerin dezavantajlı yapılarının olması sınıf öğretmenlerinin bilhassa aday sınıf öğretmenlerinin çeşitli sorunlarla karşı karşıya gelmesine neden olmaktadır (Analı, Şahin, 2020). Hizmet öncesi ne kadar nitelikli bir eğitim alınmış olsa da mesleğe yeni başlayan öğretmenlerin ilk yıllarında gerçek sorunlarla karşılaşması neticesinde ise uyum sorunu yaşamaları kaçınılmaz bir gerçektir (Korkmaz, Saban ve Akbaşlı, 2004). Sınıf öğretmeni adaylarının, görev yapacakları kırsal bölgedeki yaşam koşullarına karşı hazırlıklı ve bilinçli olmaları bu uyum sorununun önüne geçilebilmesi için önemlidir. Ancak, ilk görev yeri büyük olasılıkla kırsal alan olacak sınıf öğretmeni adaylarının kırsal bölgedeki yaşam koşullarına uyum sağlamaları için gereken hazırlıklar ve edinmeleri gereken bilgiler dikkate alındığında, bu sorun hakkında literatür eksikliği olduğu göze çarpmaktadır. Bu boşluğu doldurmak ve daha kapsamlı bilgiler elde etmek adına, sınıf öğretmeni adaylarından elde edilecek veriler, hazırlık aşamasında dikkat edilecek unsurlar olarak kullanılabilir. Bu şekilde, gelecekteki sınıf öğretmeni adayları hazırlık dönemlerini daha etkili ve verimli bir temel üzerinde gerçekleştirebilirler. Bu bağlamda araştırmanın amacı aşağıda verilmektedir.

- 1- Sınıf öğretmeni adaylarının kırsal bölgeye yönelik tanımları, düşünceleri, ön yargıları ne şekildedir?
- 2- Sınıf öğretmeni adaylarının, kırsal bölgelerde görev yaparken karşılaştıkları (fiziksel ve sosyal) durumlar nelerdir, öğretmen adayları bu durumlara ne derece de çözüm üretebilirler?
- 3- Üniversitelerde verilen eğitim, sınıf öğretmeni adaylarını kırsal bölgelerde çalışmaya ne derece hazırlıyor?

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın deseni, çalışma grubu, veri toplama araçları, veri toplama süreci ve verilerin analizi ile ilgili bilgi verilmiştir.

Araştırma Modeli

Araştırmada nitel araştırma desenlerinden olan fenomenoloji (olgu bilim) deseni kullanılmıştır. Bu desenin seçilme nedeni; sınıf öğretmeni adaylarının gelecek zamanda kırsal bölgelerde görev yapma durumlarında, karşılaştıkları yaşantılara yönelik bilgilerini ve hazırlık durumlarını derinlemesine incelemektir.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf öğretmenliği bölümünde öğrenim gören, gönüllü 17 sınıf öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Araştırma sınıf öğretmeni adaylarının kırsal bölgede çalışma koşullarına hazır olma durumlarını belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda, çalışmaya katılacak bireylerin sınıf öğretmenliği programında öğrenim gören ve son sınıfta okuyan öğretmen adayları olması temel ölçüt olarak belirlenmiştir.

Araştırmaya 10 kadın, 7 erkek öğretmen adayı katılmıştır. Katılımcılardan 10 tanesi kırsal, 7 tanesi ise kentsel bölgede yaşamaktadır. Bu katılımcılardan 12 tanesi kırsalda yaşama deneyimine erişmiş olsa da

diğer 5 katılımcı daha önce hiç kırsalda yaşamamıştır. Kırsal eğitim (birleştirilmiş sınıflarda eğitim) dersini sadece 5 öğretmen adayı almış, diğer 12 katılımcı ise böyle bir ders almamıştır.

Verilerin Toplanması ve Analizi

Araştırma yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile yapılmıştır. Görüşme tekniğinin kullanılmasındaki neden, katılımcıların duygu ve düşüncelerini anlamaktır. Görüşme tekniği; araştırmaya dahil edilen bireylerin bir konu, durum ya da olay hakkında duygu ve düşüncelerinin anlaşılmasını hedefler (Karataş, 2017). Görüşme formu hazırlanırken bu konuda yapılan çalışmalarda kullanılan görüşme formları incelenmiş, soru havuzu oluşturulmuştur. Araştırmanın amacına uygun sorular sınıf eğitimi alan uzmanının görüşleri doğrultusunda revize edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formu yönlendirme içermeyen, katılımcıların kırsal bölgelerde görev yapmaya ilişkin algılarını, kaygılarını ve hazırlık düzeylerini anlamaya yönelik sorulardan oluşmaktadır. Görüşme formu, Türkiye’de bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 17 son sınıf öğretmen adayına dağıtılmış ve katılımcılar formları yazılı olarak doldurmuştur. Veriler, gönüllülük esasına göre toplanmış olup katılımcıların kimlikleri gizli tutulmuştur.

Görüşme formlarından elde edilen veriler her katılımcı için (ÖA1, ÖA2...ÖA17) numaralandırılarak sıralanmıştır. Betimsel analiz, nitel araştırmalarda veriyi anlamlandırmak ve organize etmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir Betimsel analiz verilerin belirlenmiş temalar çerçevesinde özetlenmesi ve yorumlanmasıdır (Patton, 2014; Yıldırım ve Şimşek, 2016). Elde edilen verilerden kategorilendirme işlemi yapılabilmesi için öncelikle verilerden kod havuzu oluşturulmuştur. Kodların benzerlik ve farklılıkları göz önünde bulundurularak temalara ulaşılmıştır. Veri analizi sürecinde katılımcı ifadelerinden doğrudan alıntılara yer verilerek bulguların geçerliliği ve güvenilirliği artırılmıştır. Araştırmada elde edilen ham veriler ise saklanmaktadır.

BULGULAR

Tablo1. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Kırsal Alanda Çalışmaya Hazır Olma Bulguları

Kategoriler	Kodlar	Örnek İfadeler
Kırsal Genel Tanım	Köy, Taşra(6)	ÖA13: Kırsal denince aklıma köy ve kırsal geliyor, bir de sürekli çalışan insanlar.
	Merkezi konumdan uzak(6)	ÖA2: Şehir merkezlerinden uzak alanlar olarak tanımlayabilirim.
	Kısıtlı İmkanlar(7)	

	Doğal Ortam (2)	ÖA1: Merkezi konumda olmayan, imkanların biraz daha kısıtlı olduğu ancak doğal ortamlarla iç içe olduğumuz alanlar.
Kırsal Yaşam Koşullarına Yönelik Düşünceler	İklim Sorunu (5)	ÖA13: Koşullar iyi değil. Kışın kar yağınca yollar kapanır, ulaşım sıkıntıya düşer. İklim de çok sert oluyor kışları.
	Güvenlik Sorunu (4)	
	Ulaşım Sıkıntısı (12)	ÖA16: Yaşam koşulları şehirlere göre daha zordur. İklim şartlarına bağlı olarak ulaşım, alt yapı problemlerine daha sık rastlanır. Sınır bölgelerde güvenlik sorunlarıyla karşılaşabiliriz. İş imkanları da şehirlere göre oldukça kısıtlıdır.
	Konaklama Eksikliği (5)	
	Alt Yapı Problemleri (3)	ÖA4: Kırsal alanlarda hayat birçok yönden zorlayıcı. Ulaşım yetersiz, iklimi de sıkıntılı ısınma halen geleneksel yöntemlerle yapılıyor.
		ÖA1: Kırsal alanlarda alt yapı sorunları yaygın. Bu sorunlar çözülmeye çalışılsa dahi şartlar ve konum elverişsiz olduğundan ötürü sorunları çözmek uzun yıllar alabiliyor.
Kırsaldaki Eğitim Ortamlarına Yönelik Düşünceler	Alt Yapı Eksikliği (5)	ÖA1: Kırsal alanlarda alt yapı sorunları yaygın. Bu sorunlar çözülmeye çalışılsa dahi şartlar ve konum elverişsiz olduğundan ötürü sorunları çözmek uzun yıllar alabiliyor.
	Fiziki Koşullar (6)	
	Isınma (Soba) Sorunu (4)	ÖA6: Eğitim ortamlarında sobanın kullanıldığını bile gördüm, fiziksel koşullar da zorlanabilirim.

Materyal Eksikliği (3)

Derslik Eksikliği (2)

ÖA16: Yetersiz materyal durumu, internet eksiklikleri ve laboratuvar, kütüphane eksikliği sorunları olabileceğini düşünüyorum. Ayrıca kışın ısınma problemi de olabilir.

Kırsalda Teknoloji
Kullanımına İlişkin Düşünceler

Teknolojik alet (akıllı tahta, projeksiyon, bilgisayar vb.) (5)

İnternet (7)

Çevrim dışı etkinlik (4)

ÖA1: İnternet bağlantısında kopukluklar olabilir, elektrikler gidebilir. En kötü ihtimalde ise bir akıllı tahta olmayabilir. Bu tarz bir problemde etkinlik ve materyallerle kendi imkanlarımı kullanarak aktarımlar yaparım. Öğrencileri sürece daha çok dahil edip, yaşanmışlıklarından yola çıkarım.

ÖA3: İnternet erişimi sorunu yaşayabilirim, eğitimde teknoloji önemli. Böyle bir durumda taşınabilir internet kullanırım.

ÖA4: Teknoloji günümüz için önemli. İnternet erişiminde sorun yaşarsam radyo, projeksiyon gibi farklı teknolojik aletlerinden elimden geldiğinde yararlanırım.

Kırsalda Öğretmen Olma

Hazır Hissediyorum (10)

Hazır Hissetmiyorum (7)

ÖA15: Evet, hazır hissediyorum. Çünkü kırsalda yaşadım, şartlara daha kolay uyum sağlayabileceğimi düşünüyorum.

ÖA7: Kırsalda büyüyüp orada eğitim gördüğümünden ötürü sıkıntı çekeceğimi düşünmüyorum.

ÖA8: Kendimi hazır hissetmiyorum.
Daha çok fazla hayat tecrübem ve tek
başına yaşama deneyimim yok.

ÖA11: Tedirginliğim var. Daha önce
kırsal bölgede çok fazla zaman
geçirmedim, yaşam sürmedim.

Kırsal Ortamda Karşılaşılan Durumlara Çözüm Üretme Yeterliliği	Yeterli Hissediyorum (5)	ÖA2: Köyde görev yaparken karşılaşacağım durumlar, olumsuz hava koşulları ve ulaşım olabilir. Bu durumları da çözmek için kendimi yeterli hissediyorum.
	Yeterli Hissetmiyorum (12)	ÖA7: Sıkıntılı bir durumla karşılaşacağımı sanmıyorum. Karşılaştığım bile 19 yıl boyunca kırsal alanda yaşadım, sorunla başa çıkabilirim.
		ÖA3: İklim koşullarına ve konaklama zorluklarına karşı çözüm üretmek konusunda kendimi yeterli hissetmiyorum.
		ÖA13: Bilinçsiz veli kesimi ve öğrencilerin hazırbulunuşlukları hakkında endişelerim var. Veli ile iletişim kurmak ve değişim sağlamak zor olacaktır.

Kırsal Yaşamda Sosyal Çevre Oluşturma Yeterliliği	Yeterli Hissediyorum (7)	ÖA11: Sosyal bir kişiliğe sahibim ve bunu okulumun/sınıfımın çıkarları için kullanabilirim. Bu konuda sorun yaşayacağımı düşünmüyorum.
	Yeterli Hissetmiyorum (10)	ÖA3: Yeterli hissetmiyorum çünkü kültürel farklılıkların etkisi olacaktır. ÖA6: Bu konuda yeterli hissettiğimi söyleyemem. Belki kültür farkından dolayı insanlarla birbirimizi anlayamayabiliriz. Ancak onları anlamak için çabalarım.
Üniversite Eğitimi Kırsalda Öğretmen Olmaya	Hazırlamıyor (12)	ÖA9: Üniversitede aldığım eğitim, şehirdeki okullara uygun eğitim veriyor. Bu yüzden katkı sağladığını düşünmüyorum.
	Biraz Hazırlıyor (3)	ÖA10: Pek hazırlamıyor çünkü her bilgi teoride kalıyor. ÖA11: İyi hazırladığımı düşünmüyorum. Çünkü eğitim kent yaşamına uygun her imkanın bulunduğu, sınıf mevcudunun ideal olduğu ortam hakkında veriliyor. ÖA16: Bazı derslerde kırsal bölgede görev yapan hocalarımızla iletişime geçerek onların deneyimlerinde ve eğitimlerinde yararlanıyoruz.

Kırsalda Mesleki Gelişim

Sürdürülebilir (7)

ÖA6: Online yani uzaktan eğitim ile kendimi geliştirebilirim.

İmkanlar Kısıtlı (9)

ÖA7: Sürdürebilirim, online derslere ve seminerlere katılabilirim.

ÖA9: Zaman zaman bu konuda zorlanabilirim çünkü internet yapısı, teknolojik yetersizlik konusunda sıkıntılar yaşıyabilirim.

ÖA12: Hayır maalesef, bu konuda yetersiz olacağımı hissediyorum çünkü imkan sınırlılıkları, gelişimimi biraz köreltebilir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırma, sınıf öğretmeni adaylarının kırsal bölgelerde görev yapmaya hazır olma düzeylerini nitel yöntemle incelemiştir. Bulgular, öğretmen adaylarının kırsal alanları “köy” olarak tanımladığını ve ulaşım zorlukları, güvenlik problemleri ve altyapı eksiklikleri gibi olumsuz koşullarla ilişkilendirdiğini göstermektedir. Bu bulgu, Analı ve Şahin’in (2020) çalışmasında da görüldüğü üzere kırsalda görev yapan öğretmenlerin benzer sorunlarla karşı karşıya kaldığını, kırsala bakış açılarının ise genellikle karşılaşılan sorunlara yönelik olduğu görülmüştür.

Kırsal deneyime sahip olan adaylar kendilerini daha hazır hissetse de, problem çözme ve sosyal çevre oluşturma konularında yetersizlik hissedenler de bulunmaktadır. Özellikle sosyal çevre oluşturamayacağını düşünen öğretmen adayları bunun kültürel farklılıklardan ve sosyal faaliyet eksikliğinden kaynaklanacağını düşündükleri belirlenmiştir. Özpınar ve Sarpkaya (2010)’nın yaptıkları çalışmada da kırsal alanda görev yapan sınıf öğretmenlerinin kültürel faaliyetlerden (tiyatro, sinema vb.) yoksun kalmalarından şikâyet etmişlerdir

Adaylar, kırsal eğitim ortamlarında ciddi yetersizlikler, özellikle altyapı eksiklikleri ve materyal yetersizliği gibi sorunlar olduğunu belirtmişlerdir. . Gökçe (2013, 2010), yaptığı iki ayrı çalışmada, sınıf öğretmenlerinin öğretim materyaline ulaşmada; Karacaoğlu ve Acar (2010) ise yaptıkları çalışmada öğretmenlerin araç gereç kullanımına ilişkin sorun yaşadıklarını tespit etmişlerdir. Ulaşım ve yaşam koşulları konusunda kaygılar taşırken, teknolojiye erişimde sorun yaşanacağını öngörmekte, ancak alternatif çözümler üretme çabası içindedirler. Bu yönüyle bulgu, Kahyaoğlu, Özbek ve Özgen'in (2007) öğretmen adaylarının pratik zekâ ve çözüm üretme kapasitesiyle ilgili tespitleriyle örtüşmektedir.

Araştırma da adayların büyük çoğunluğu, üniversite eğitimlerinin kırsal yaşam koşullarına hazırlama konusunda yetersiz kaldığını belirtmiştir. Bu durum lisans eğitimi gören öğretmen adaylarının yeterli düzeyde uygulama yapmadıklarını göstermiştir. Taşdemir'de (2014) çalışmasında, sınıf öğretmeni adaylarının kendilerini uygulama konularında yeterli hissetmediklerini belirlemiştir. Derslerin genellikle kent merkezine yönelik kurgulandığı, sahaya dönük deneyimlerin eksik olduğu ifade eden katılımcılar bilginin teoride kaldığını vurgulamışlardır. Katılımcıların kırsalda mesleki gelişimlerini sürdürme konusundaki görüşleri ise ikiye ayrılmaktadır. Bir kısım öğretmen adayı çevrim içi kaynaklar ve kişisel çaba ile gelişimi sürdürebileceğini savunurken, diğer bir grup ise ulaşım ve altyapı yetersizliklerinden dolayı bu sürecin sekteye uğrayacağını belirtmiştir.

Sonuç olarak, öğretmen adaylarının kırsal yaşam konusundaki farkındalığı gelişmiş olsa da, bu farkındalık çoğunlukla kişisel deneyimlerle sınırlıdır ve daha iyi bir destek ile hazırlık süreçlerine ihtiyaç vardır. Kırsal bölgelerde görev yapacak öğretmenlerin etkili bir şekilde desteklenmesi ve sahaya yönelik hazırlık süreçlerinin güçlendirilmesi, uygulama derslerinin arttırılması, kırsal alanla ilgili seçmeli derslerin arttırılması önerilir.

KAYNAKÇA

Analı, K. C., & Şahin, A. (2020). Kırsal bölgelerde mesleğe yeni başlayan öğretmenlerin mesleki sorunları. *Türkiye Eğitim Dergisi*, 5(2), 396-414.

Anılan, H., Kılıç, Z., & Demir, Z. M. (2015). Kırsal alanda öğretmen olmak: Sınıf öğretmenlerinin bakış açısı. *Turkish Studies International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 10(11), 149-172.

Azar, A. (2003). Okul deneyimi ve öğretmenlik uygulaması derslerine ilişkin görüşlerin yansımaları. *Milli Eğitim Dergisi*, 159, 1-10.

Balcı, A. (2003). *Örgütsel sosyalleşme: Kuram, strateji ve taktikler*. Ankara: Pegem A.

Başar, H. (1993). *Eğitim denetçisi*. Ankara: Pegem.

Başaran, İ. E. (1994). *Eğitime giriş*. Ankara: Kadioğlu.

Bulut, K. E. N. A. N., & Coşkun, H. (2018). Kırsal kesime atanan Türkçe ve sınıf öğretmenlerinin mesleğe uyum süreci. *Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 8(1), 159-185.

Çalışkan, N. (2007). Öğretmenlerin özellikleri ve yeterlilikleri. In K. Keskinikiliç (Ed.), *Eğitim bilimlerine giriş* (s. 331-356). Üçüncü Baskı. Ankara: Pegem Akadem.

Ekinci, A. (2010). Aday öğretmenlerin iş başında yetiştirilmesinde okul müdürlerinin rolü. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 63-77.

Eskicumalı, A. (2002). Eğitim, Öğretim ve Öğretmenlik Mesleği. In Y. Özden (Ed.), *Öğretmenlik Mesleğine Giriş*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Feiman-Nemser, S. (2003). What new teachers need to learn. *Educational Leadership*, 60(8), 25-29.

GTHB (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı). (2015a). *Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi 2014-2020*. Ankara: T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.

Hargreaves, A. (1999). Series editor's forward. In S. Acker, *The Realities Of Teachers' Work: Never A Dull Moment* (vii-x). London: Cassell.

Hoy, W. K., & Woolfolk, A. E. (1990). Socialization of student teachers. *American Educational Research Journal*, 27(2), 279-300.

Kahyaoğlu, M., Özbek, R., & Özgen, N. (2007). Öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğine yönelik görüşlerinin değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 221-232.

Karacaoğlu, Ö. C., & Acar, E. (2010). Yenilenen programların uygulanmasında öğretmenlerin karşılaştıkları sorunlar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 45-58.

Karataş, Z. (2017). Sosyal Bilim Araştırmalarında Paradigma Değişimi: Nitel Yaklaşımın Yükselişi. *Türkiye Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 68-86.

Korkmaz, Y. D. D. İ., & Akbaşlı, S. (2004). Göreve yeni başlayan sınıf öğretmenlerinin karşılaştıkları güçlükler. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 38(38), 266-277.

Küçükahmet, L. (2007). 2006-2007 öğretim yılında uygulanmaya başlanan öğretmen yetiştirme lisans programlarının değerlendirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(2), 203-218.

MEB. (1995). Millî Eğitim Bakanlığı aday memurların yetiştirilmelerine ilişkin yönetmelik. *Tebliğler Dergisi*, 30.1.1995/2423. <http://mevzuat.meb.gov.tr/html/42.html>.

Özden, Y. (1999). *Eğitimde dönüşüm eğitimde yeni değerler*. Ankara: Pegem A Yayınları.

Özden, Y. (2003). *Öğrenme ve öğretme*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Özkan, H. H., Albayrak, M., & Berber, K. (2005). Öğretmen adaylarının ilköğretim okullarında yaptıkları öğretmenlik uygulamasının yetiştirmelerindeki rolü. *Milli Eğitim Dergisi*, 33, 168.

Özpınar, M., & Sarpkaya, R. (2010). Köyde görev yapan sınıf öğretmenlerinin sorunları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(27), 17-29.

Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri* (M. Bütün & S. B. Demir, Çev. Ed.). Pegem Akademi.

SBB (Strateji ve Bütçe Başkanlığı). (2018b). *On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023) Kırsal Kalkınma Özel İhtisas Komisyonu Raporu*. Ankara: T.C. Strateji ve Bütçe Başkanlığı.

Seferoğlu, S. S. (2001). Sınıf öğretmenlerinin kendi mesleki gelişimleriyle ilgili görüşleri, beklentileri ve önerileri. *Milli Eğitim Dergisi*, 149, 12-18.

Senemoğlu, N. (2018). *Gelişim, öğrenme ve öğretim: Kuramdan uygulamaya* (26. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Şekerci, C. (2000). Türk eğitim sisteminin kırsal bölgedeki sorunları ve çözüm önerileri. *Milli Eğitim Dergisi*, 146, 63–66.

Taşdemir, M. (2014). Birleştirilmiş sınıflar hakkında sınıf öğretmeni adaylarının görüşleri: Beklenti ve metaforlar. *International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9(2), 1459-1475.

Taşkaya, S. M., Turhan, M., & Yetkin, R. (2015). Kırsal kesimde görev yapan sınıf öğretmenlerinin sorunları (Ağrı ili örneği). *Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(18), 198-210.

TOB (Tarım ve Orman Bakanlığı). (2021). *Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi 2021-2023*. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.

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

Nezaket ve Kur'ân'da Nezaketin Kavramsal Çerçevesi

Cemal Sandıkçı

E-mail: cemalsandikci@odu.edu.tr; Ordu Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, Temel İslam Bilimleri Bölümü,
Ordu / Türkiye

Özet

Nezaket, "nazik olma", "güzel ahlaka sahip olma", "incelik ve zarafet" anlamında kullanılan bir kelimedir. Nezaket hem dilde hem de davranışlarda ortaya çıkan bir tutumdur ve kişinin hem çevresine hem de kendisine karşı duyduğu saygıyı, sevgiyi gösterir. Nezaket kavramı sadece sözcüklerle sınırlandırılacak bir kavram olmayıp, aynı zamanda insanların birbirlerine, özellikle sosyal ve toplumsal bağlamda, nasıl yaklaştığını, nasıl konuştuğunu, birbirlerine nasıl hitap ettiğini ve birbirlerine nasıl davranması gerektiğini belirleyen bir anlayıştır. İyi bir insan, nezaket kurallarına uyan ve başkalarına zarar vermeyecek şekilde hareket eder. Kur'ân'da doğrudan "nezaket" kelimesi yer almaz, ancak nezaket kavramını ifade eden pek çok özellik, davranış ve ahlaki değer çeşitli âyetlerde vurgulanır. Bu değerler arasında güzel söz, nazik davranış, hoşgörü, sabır, saygı ve iyi ahlak gibi özellikler yer alır. Bu davranışlar, nezaketin temel öğeleri olarak kabul edilebilir. Nezakete dayalı ilişkiler İslam'ın temel öğretilerinden biri olup, müminlerin hem birbiriyle hem de içinde yaşadıkları toplumla olan ilişkilerinde yüksek bir ahlaki standart belirler.

Anahtar Kelimeler: *Kur'ân, Nezaket, Ahlak, Dil, Sabır.*

Courtesy and the Conceptual Framework of Courtesy in the Qur'an

Cemal Sandıkçı

cemalsandikci@odu.edu.tr, Ordu University, Faculty of Theology, Department of Fundamental
Islamic Sciences, Ordu/Turkey

Abstract

Courtesy is a word used in the sense of "being kind", "having good morals", "delicacy and elegance". Courtesy is an attitude that appears in both language and behavior, and shows the respect and love a person feels for both their environment and themselves. The concept of courtesy is not a concept that can be limited to words alone, but is also an understanding that determines how people approach each other, speak, address each other, and treat each other, especially in social and societal contexts. A good person acts in a way that complies with the rules of courtesy and does not harm others. The word "courtesy" does not directly appear in the Quran, but many characteristics, behaviors, and moral values that express the concept of courtesy are emphasized in various verses. These values include

characteristics such as good words, polite behavior, tolerance, patience, respect, and good morals. These behaviors can be considered the basic elements of courtesy. Relationships based on courtesy are one of the fundamental teachings of Islam, and they set a high moral standard in the relationships of believers both with each other and with the society they live in.

Keywords: *Quran, Courtesy, Morality, Language, Patience.*

GİRİŞ

İnsan ilişkilerinde toplumsal düzenin sağlanmasında önemli bir yere sahip olan nezaket kavramı hem bireysel hem de toplumsal hayatın güven içerisinde sürdürülmesinde temel bir ahlâki tutumdur. Nezaket; saygı, anlayış, hoşgörü ve incelik gibi kavramlarla iç içe geçmiş, bireylerin birbirine karşı olan tutumlarını şekillendiren güçlü bir ahlaki değerdir. Bu yönüyle sadece sosyal bir davranışın ötesinde, aynı zamanda ruhsal bir olgunluk göstergesidir.

Son din İslam, bireyin hem Allah’a karşı sorumluluğunu hem de diğer insanlarla olan ilişkilerini düzenlerken, nezakete dayalı söz ve davranışları temel değerlerden biri olarak ele alır. Kur’ân-ı Kerîm, insanlara sadece ibadet hayatında değil, söz ve davranışlarında da incelik sahibi olmalarını tavsiye eder. Kur’ân’da nazaket ile ilişkili olan kelimeler, nezaketi hem doğrudan hem de dolaylı biçimde ele alarak bu kavramın birey ve toplum hayatındaki önemini vurgular. Hz. Peygamberin hayatının bir çok karesi de nezakete dayalı davranışların en güzel örnekleriyle somutlaşmıştır.

Bu bildiride, nezaket kavramının anlam dünyası çeşitli boyutlarıyla ele alınacak; Kur’ân perspektifinde nezaketin nasıl tanımlandığı, hangi kavramlarla ilişkilendirildiği ve ne tür davranış kalıplarıyla somutlaştığı incelenecektir. Ayrıca nezaketin sadece bireysel bir erdem değil, aynı zamanda toplumsal barış ve iletişim için vazgeçilmez bir değer olduğu ortaya konulacaktır.

YÖNTEM

Bu çalışmada nezaket kavramı ile ilişkilendirilen Kur’ân-ı Kerim’deki güzel söz söylemek, hoşgörü ve sabırlı davranmak, insanlara hitap ederken son derece nazik bir şekilde hitap etmek, gerektiğinde özür ve af dilemek, kötü eylemlere karşı kötü söz ve davranışlarla karşılık vermemek gibi konuları ele alarak Kur’ân’ın nezakete dayalı öneri ve emirleri konusunda âyetler ışığında değerlendirme yapılacaktır.

BULGULAR

Yüce Allah’ın insanlığın zihin dünyasına çöken tüm maddi ve manevi belirleyicilerden kurtulup tek Allah inancına dönmeleri için görevlendirdiği Hz. Muhammed (s.a.v)’in insanlığa sunduğu ilahi mesajlarda en önemli amaç insanın varlık sahasındaki müstesna konumunu korumak ve yaratılışına uygun yaşam tarzına öncelik vermektir. Bu çalışmada işaret edilen âyetlerde bireysel ve toplumsal huzurun kurulması için af, bağışlama, söz ve davranışlarda ölçülü olmak gibi ahlaki erdemler önemli yer işgal etmektedir.

KUR'AN-I KERİM'DE NEZAKET KAVRAMINA DAİR ANLATIMLAR

İzutsu'ya göre Kur'an'daki kavramlar, yalnızca kelime anlamlarıyla değil, anlamlar arası ilişkiler bağlamında değerlendirilmelidir (İzutsu, 2003, s. 112). İşte nezaket kavramı da bu çerçevede değerlendirilmesi gereken bir kavramdır. Nezaket, bireyin hem içsel olgunluğunu hem de sosyal ilişkilerdeki dengeli tutumunu yansıtan temel bir ahlaki değerdir. (Aydın, Mustafa, Din, Ahlak ve İnsan, s. 45). İsmail Güler'e göre Kur'an'da ahlakî değerlerin temeli vahye dayalı olarak şekillenir (Güler, 2008, s. 78). İsmail Kara'ya göre Kur'an'da iletişim nezaketin, sadece bireysel bir erdem değil, aynı zamanda toplumsal barış ve huzurun sağlanmasında temel bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır. Kara, İ. Kur'an'da güzel söz söyleme ve nezaket anlayışı. Diyanet İlmi Dergi, 45(2), 77-89.)

Kur'an-ı Kerim'de nezaket kavramı ile bağlantılı anlatımlar şunlardır:

1-Yumuşak Söz ve Davranış

Kur'an-ı Kerim insani ilişkilerde yumuşaklık ve zarafeti esas alır. Örneğin Allah, Hz. Musa ve Hz. Harun'a Firavun gibi bir lidere bile yumuşak sözle hitap etmelerini şöyle emreder: **“Ona yumuşak söz söyleyin; belki öğüt alır veya (Allah'tan) korkar.”** (Tâhâ, 20/44). Bu âyette nezaketin sadece normal ilişkilerde değil, aynı zamanda düşmanlık içeren durumlarda da uyulması gereken bir esas olduğuna işaret eder.

2- Güzel Söz ve Davet Üslubu

Kur'an-ı Kerim dini tebliğ sırasında nazik ve ölçülü bir dil kullanılmasını öğütler. Bu konuyla ilgili olarak Kur'an'da şöyle buyrulur: **“Rabbinin yoluna hikmetle ve güzel öğütlerle çağır; onlarla en güzel şekilde mücadele et.”** (Nahl, 16/125) Bu âyette insanlarla kurulan iletişim dilinin bilgelik, güzel öğütlerle içiçe olması ve düzeltici, ikna edici bir yöntem izlenmesi talep edilmektedir. Davetin özünde nezaketin bulunması, muhatabın kalbine ulaşabilmenin en etkili yoludur.

3- Kötülüğe Karşı İyilikle Karşılık Verme

Hiç kuşkusuz kötülük insan tabiatında var olan bir olgudur. Kur'an'da nezakete dayalı söz ve davranışın çatışmalı ortamları dahi dönüştürebilecek bir etkiye sahip olduğunda söz edilir. Şöyle ki; **“İyilikle kötülük bir olmaz. Sen kötülüğü en güzel şekilde sav. O zaman görürsün ki, seninle arasında düşmanlık bulunan kimse sanki candan bir dost oluvermiştir.”** (Fussilet, 41/34) Âyet doğrudan Hz. Peygambere hitap etmektedir. Kur'an burada, kötülüğe karşı aynıyla değil, iyilikle karşılık verilmesini önerir. Ki bu yaklaşım, nezaketin dönüştürücü ve barışçıl gücünü ön plana çıkarır.

4- Yardımlaşmada Nezaket ve Güzel Muamele

İnsanın sosyal bir varlık olduğu hakikati aynı zamanda diğer insanlarla kurduğu ilişkilerde de bu hassasiyeti önemli kılar. Bu nedenle Kur'an, insanlar arasındaki yardımlaşma sırasında bile nezaket kurallarına uyulmasını tavsiye ederek şöyle buyurur: **“Güzel bir söz ve bağışlama, arkasından eziyet gelen sadakadan daha hayırlıdır.”** (Bakara, 2/263) Bu âyete göre sosyal yardımlaşmanın çok değer ifade ettiği İslam inancına göre yardımlaşma sırasında bile nezakete riâyet edilmesi önerilmektedir. Zir insan değer ifade eden ir varlıktır. Dolayısıyla yardım ederken de karşıdaki kişiyi incitmeden, onuruna dokunan hiçbir davranışta bulunmadan yardım eylemi gerçekleştirilmelidir.

5- Peygamber'in Nezaketi ve İnsanlarla İletişimi

Kur'an Hz. Peygamberi "üstün bir örnek" olarak tanımlar. (Ahzâb, 33/21). Bu açıklama Hz. Peygamberin ümmeti tarafından izlenen, önem verilen bir kişilik olduğuna işaret eder. Dolayısıyla Hz. Peygamberin söz ve davranışları inananlar için ölçü kabul edilir. Kur'an Hz. Peygamberin yumuşak huyluluğundan söz eder. Bu niteliğini şöyle anlatır: **"(Ey Muhammed!) Allah'tan bir rahmet ile onlara yumuşak davrandın. Eğer kaba, katı yürekli olsaydın, etrafından dağılır giderlerdi..."** (Âl-i İmrân, 3/159) Bu âyet nezaketin toplumsal liderlik ve rehberlikte ne denli etkili ve gerekli bir erdem olduğunu açıkça ortaya koyar.

6- Güzel Sözlü Olma

Kur'an-ı Kerîm, müminlere hitaben sözlerinin her daim güzel olmasını emreder. Bu konuda şöyle buyrulur: **"Kullarıma söyle: En güzel olanı söylesinler. Çünkü şeytan aralarına fesat sokar..."** (İsrâ, 17/53) Bu âyette nazik ve ölçülü söz söylemenin toplumsal birlik açısından önemi vurgulanırken, kaba ve kırıcı sözlerin fitneye sebep olabileceği ifade edilmektedir.

Sonuç

Kur'an-ı Kerîm, bireyin hem Allah'a hem de diğer insanlara karşı sorumluluklarını düzenlerken, nezaketi temel bir ahlaki ilke olarak ön plana çıkarır. Nezaket, Kur'an'da doğrudan bir terim olarak yer almasa da onunla özdeşleşen yumuşak huyluluk, güzel söz, sabır ve hoşgörü gibi kavramlar aracılığıyla geniş bir şekilde vurgulanır. Kur'an'da yer alan âyetler, sadece dostane ilişkilerde değil, çatışma, İslamî davet ya da toplumsal liderlik gibi farklı bağlamlarda da nazik tutumun ne kadar önemli ve dönüştürücü olduğunu ortaya koyar.

Kur'anî bakış açısına göre nezaket, bireysel bir erdem olmanın ötesinde toplumsal uyumun, barışın ve insanî ilişkilerin temel taşıdır. Peygamberimizin örnek şahsiyeti ve insanlarla kurduğu zarif iletişim, bu ilkenin pratiğe dökülmüş en canlı örneğidir. Ayrıca Kur'an, iletişimdeki üslup kadar davranış biçimlerine de dikkat çekerek, yardımda bulunurken dahi nezaketin elden bırakılmamasını öğütler.

Sonuç olarak, Kur'an'da nezaket, bireyin iç dünyasındaki olgunluğun ve dış dünyayla kurduğu ilişkinin en temel göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Kur'an'ın nezaket anlayışı, çağımızda giderek daha çok ihtiyaç duyulan bir ahlaki duruşu hatırlatmakta olup hem bireysel hem de toplumsal düzlemde uygulanabilir bir değerler manzumesi sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Kur'an-ı Kerîm ve Türkçe Meâli (Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları, 2020). Ankara: Diyanet İşleri Başkanlığı.

Aydın, M. (2000). Din, Ahlak ve İnsan, s. 45. Ankara: Vadi Yayınları.

Güler, İ. (2008). Kur'an'da ahlakî değerler. İstanbul: Ensar Neşriyat.

Kara, İ. (2009). Kur'an'da güzel söz söyleme ve nezaket anlayışı. Diyanet İlmi Dergi, 45(2), 77–

Determination Of Health Literacy Levels And Related Factors In Health Technician Students

Gülten ÖZGÜN¹, Ayla AÇIKGÖZ², Sevda DEMİRÖZ YILDIRIM³

¹E-mail: gulten.ozgun@deu.edu.tr, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, İzmir / Türkiye.

²E-mail: ayla.acikgoz@deu.edu.tr, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, İzmir / Türkiye.

³E-mail: [sdemirozyildirim\(at\)mehmetakif.edu.tr](mailto:sdemirozyildirim(at)mehmetakif.edu.tr), Amasya Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Amasya / Türkiye.

Özet

Amaç: Sağlık okuryazarlığı sağlık ile ilgili bilgileri anlayıp, sağlık hizmetlerine aktif katılımıda önemli yeri olan, bireyin sağlık davranışlarına yön veren bir kavramdır. Bu çalışmada sağlık teknikerliği öğrencilerinin sağlık okuryazarlığı düzeylerinin ve ilişkili faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Gereç ve Yöntem: Kesitsel tipte olan bu araştırma sağlık teknikerliği öğrencilerinde yapılmıştır. Veriler, “Veri Kayıt Formu” ve “Türkiye Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği-32 (TSOY-32)” ile toplanmıştır. Bulgular: Öğrencilerin TSOY-32 toplam puan ortalaması 37.10 ± 7.78 olarak bulunmuştur. Sağlık okuryazarlığı düzeyi öğrencilerin %5.2’sinin yetersiz, %26.7’sinin sorunlu/sınırlı, %38.9’unun yeterli ve %29.3’ünün mükemmel olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin uzun süre köyde yaşamış olması, anne/babasının ölmüş ya da ayrılmış olması, aile gelirinin düşük olması ile düşük sağlık okuryazarlığı arasında ilişki bulunmuştur. Genel sağlığını “kötü” olarak algılayanların, düzenli fiziksel aktivite yapmayanların, sağlıkla ilgili dergi ve kitap okumayanların, son bir yılda hastaneye hiç başvuru yapmayan öğrencilerin sağlık okuryazarlığı düzeyi daha düşüktür ($p < 0.05$). Sonuç: Araştırmaya katılan öğrencilerin yaklaşık üçte birinin sağlık okuryazarlığı düzeyinin yetersiz ve sorunlu-sınırlı olduğu görüldü. Öğrencilerin sağlık okuryazarlığı düzeylerini köyde yaşamının, ailesinin gelir düzeyinin ve sağlık algısı düzeyinin etkilediği belirlendi. Geleceğin sağlık profesyonellerinin sağlık okuryazarlığını geliştirmek için sağlık personeli yetiştiren okulların eğitim programlarına sağlık okuryazarlığı konusunun entegre edilmesi önerilir. Sağlık alanında öğrenim gören öğrencilerin sağlık okuryazarlığı düzeyinin artırılmasına yönelik sistematik bir eğitim programının oluşturulması yararlı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Sağlık davranışı, Sağlık okuryazarlığı, Sağlık teknisyeni öğrencileri

Abstract

Aim: Health literacy is a concept that guides individuals’ health behavior and has a critical role in understanding health-related information and active participation in health services. This study was conducted to determine health literacy levels and associated factors in health technician students.

Material and Method: This cross-sectional study was conducted with health technician students. Data were collected using a "Data Recording Form" and the "Turkish Health Literacy Scale (THLS-32)." **Results:** Students' mean score on the total THLS-32 was 37.10 ± 7.78 . The health literacy levels were found as inadequate in 5.2%, problematic/limited in 26.7%, adequate in 38.9%, and excellent in 29.3%. There was a relationship between low levels of health literacy and living in a village for a long time, having deceased or separated parents, and having low family income. Health literacy levels were lower in students who perceived their general health as "bad", did not engage in regular physical activity, did not read health-related magazines or books, or had never been to the hospital in the past year ($p < 0.05$). **Conclusion:** It was observed that approximately one third of the students participating in the study had inadequate and problematic-limited health literacy levels. It was determined that living in a village, family income level and health perception level affected the health literacy levels of the students. In order to improve the health literacy of future health professionals, it is recommended that health literacy be integrated into the education programs of schools that train health personnel. It may be useful to create a systematic education program to increase the health literacy levels of students in the field of health.

Keywords: Health behavior, Health literacy, Health technician students

INTRODUCTION

Health literacy is the ability of individuals to access and correctly understand health-related information and the recommendations of health personnel to make decisions on health services, protect and improve own health, and improve quality of life (1). It improves and supports people's ability to access accurate information and services and their ability to use these services. Individuals' health literacy is critical in communicating with health service providers (2). Today, the importance of preventive health services in protecting and improving health, the low level of health literacy of the majority of society, the demand for patient-oriented health services, the abundance of technical terms, and the increase in health expenses have caused health literacy to gain importance (3). A high level of health literacy in society strengthens the correct use of resources, the creation of quality conditions in health services, and individuals' self-efficacy in their health (2,4).

Those with enough health literacy are individuals who possess the necessary health knowledge, effectively benefit from health services, and have a high quality of life. Low health literacy has been shown to lead to weaknesses in understanding health information, difficulties in following procedures and instructions, and problems in accessing health services (3). Individuals with low health literacy may experience inadequacies in solving their medical problems, resulting in an increase in the incidence of chronic diseases and less utilization of preventive health services (2). Patients with inadequate health

literacy may face communication problems with healthcare professionals, leading to difficulties in expressing their health conditions and a lack of understanding of their medical conditions and treatments, which, in turn, increases the risk of hospitalization (3,4). Adequate health literacy is an important issue not only for patients but also for healthy individuals to benefit from basic health services (5). Socio-demographic variables related to health literacy include an individual's health perception, the presence of chronic diseases, and healthy lifestyle behaviors (3). The Turkish Health Literacy Study has shown that only one-third of the Turkish population aged 15 and above has an adequate or excellent level of health literacy (6). In European countries, the high health literacy level in the adolescent age group is 19.5% (1). To increase health literacy in society, improving education and socioeconomic levels is crucial. Socioeconomic status and educational level influence where individuals can seek accurate health information, the type of information they prefer, and how they interpret this information (3,4). Educational institutions such as universities have the opportunity to enhance students' health literacy, thereby empowering them to make informed decisions for themselves and their communities (5). Healthcare professionals with enough health literacy may contribute to the development of the overall health literacy of society. Therefore, it is important to know the health literacy level of students who will become healthcare professionals in the future.

This study was conducted to determine health literacy levels and associated factors in health technician students.

METHODS

Research Group

The data for this cross-sectional study were collected from students attending health services vocational higher schools at two public universities in the western and central Anatolia regions of Turkey. The population of the study consisted of 1,867 health technician (associate degree) students studying in health-related fields. In this research, it was aimed to reach the entire population without implementing a sample selection procedure.

Data Collection Tools

Data were collected from 1,388 students who agreed to participate in the study using the "Data Recording Form" and the "Turkish Health Literacy Scale."

The data recording form was created by the researchers following a review of the literature. It includes questions about students' individual and socio-demographic characteristics, as well as features related to their families.

The Turkish Health Literacy Scale-32 (THLS-32): This scale was developed based on the European Health Literacy Survey. The Turkish validity and reliability study of the scale was conducted in 2016 (6). It consists of 32 five-point Likert-type questions. Each question is answered as very easy, easy, difficult, very difficult, or undecided. Depending on the answers given to the questions, a score between 0 and 50 can be obtained from the scale. Scores range between 0, indicating the lowest health literacy, and 50, showing the highest health literacy. The health literacy level is evaluated in four categories based on the score obtained: 0-25 points: inadequate, >25-33 points: problematic/limited, >33-42 points: adequate, >42-50 points: excellent.

Analysis of Data

Data analysis was performed on the SPSS 24.0 statistical software package. For descriptive findings, categorical variables were presented as numbers and percentages, and continuous variables were presented as mean, standard deviation, lower, and upper values. In statistical analysis, the relationship between independent and dependent variables was examined using independent groups t-test and one-way analysis of variance (ANOVA). When a significant difference was found between the mean scores of the groups through analysis of variance, the Bonferroni test, one of the 'post hoc' analysis methods, was used to determine the group causing the difference. Statistical significance level was accepted as $p < 0.05$.

RESULTS

The mean score of the students participating in the study on the total THLS-32 was 37.10 ± 7.78 (min: 0 and max: 50). Health literacy levels were inadequate in 5.2%, problematic/limited in 26.7%, adequate in 38.9%, and excellent in 29.3% (Table 1).

Table 1. Students' health literacy levels (n=1,388)

Characteristics	Mean $\pm$ SD
Turkish Health Literacy Scale Score	37.10 ± 7.78
Health Literacy Scale Level	n (%)
Insufficient	72 (5.2)
Problematic-limited	370 (26.7)
Adequate	540 (38.9)
Excellent	406 (29.3)

Students who reported living in a village for a long time had lower THLS-32 scores than those living in a city or district for a long time ($p < 0.05$). Students whose parents were deceased or separated had lower THLS-32 scores than those whose parents lived together ($p < 0.05$). Those with a family income less than their expenses had significantly lower THLS-32 scores than those with income equal to or more than their expenses ($p < 0.05$, Table 2).

Table 2. The relationship between students' sociodemographic characteristics and health literacy levels

Characteristics		n (%)	THLS-32	
			Mean $\pm$ SD	p
Age	≤ 19	521 (37.5)	36.83 ± 7.46	0.319

		≥20	867 (62.5)	37.26±7.97	
Gender	Male		432 (31.1)	37.32±8.31	0.496
	Female		956 (68.9)	37.01±7.53	
Grade	First		475 (34.2)	37.11±7.50	0.981
	Second		913 (65.8)	37.10±7.93	
Place of childhood	City		644 (46.4)	37.31±7.75	0.005
	Town		483 (34.8)	37.57±7.57	
	Village		261 (18.8)	35.70±8.11†	
Mother's education	≤Primary school		707 (50.9)	36.85±7.78	0.223
	≥Middle school		681 (49.1)	37.36±7.78	
Father's education	≤Primary school		444 (32.0)	37.06±7.58	0.887
	≥Middle school		944 (68.0)	37.12±7.88	
Mother's employment status	Working		905 (65.2)	37.82±7.99	0.076
	Non-working		483 (34.8)	36.91±7.72	
Father's employment status	Working		289 (20.8)	37.17±7.69	0.632
	Non-working		1099 (79.2)	36.96±7.95	

Parents'	Together	1195 (86.1)	37.34±7.78	0.004
marital status	Divorced/died	193 (13.9)	35.60±7.66	
Family type	Nuclear family	1200 (86.5)	37.17±7.78	0.420
	Extended family	188 (13.5)	36.67±7.78	
Perception of family's income	Income is less than expenses	507 (36.5)	36.41±7.98††	0.039
	Income equals expenses	743 (53.5)	37.54±7.76	
	Income exceeds expenses	138 (9.9)	37.27±6.98	

†It was significantly lower than that of students living in a city or district ($p<0.01$).

††It was significantly lower than that of students who stated that their family income was equal to or higher than their expenses ($p<0.05$).

Students who rated their overall health perception as "poor" had significantly lower THLS-32 scores than those who rated it as "good" or "average" ($p<0.05$). Students not engaged in regular physical activity had lower THLS-32 scores than those with regular activity ($p<0.05$, Table 3).

Students who had not visited the hospital at all in the past year had lower THLS-32 scores than those who visited the hospital 4-6 times and ≥ 7 times ($p<0.01$). Those who did not read health-related magazines and books had lower THLS-32 scores than those who did ($p<0.01$, Table 4).

Table 3. The relationship between students' living habits and their health perception and health literacy levels

Characteristics		THLS-32		
		n (%)	Mean ± SD	p
Smoking	Yes	796 (57.3)	36.95±8.15	0.813
	No	474 (34.1)	37.21±7.58	
	Quit	118 (8.5)	36.93±7.64	
Alcohol	Yes	910 (65.6)	37.25±8.27	0.799
	No	368 (26.5)	37.01±7.67	
	Quit	110 (7.9)	37.40±6.99	
Perception of health	Well	847 (61.0)	37.48±7.76	0.039
	Moderate	457 (32.9)	36.65±7.51	
	Bad	84 (6.1)	35.66±9.16†	
Chronic disease diagnosis	Yes	65 (4.7)	37.66±6.72	0.551
	No	1323 (95.3)	37.07±7.83	
Chronic disease in the family	Yes	304 (21.9)	37.39±7.37	0.462
	No	1084 (78.1)	37.02±7.89	
BMI	Underweight	190 (13.7)	37.10±7.70	0.862
	Normal	950 (68.4)	37.16±7.74	
	Overweight-obese	248 (17.99)	36.86±8.01	
Perception of body weight	Underweight	274 (19.7)	37.62±7.98	0.083
	Normal	838 (60.4)	37.22±7.66	
	Overweight-obese	276 (19.9)	36.22±7.91	
Regular physical activity	Doing	331 (23.8)	39.10±7.84	<0.001
	Not doing	1057 (76.2)	36.47±7.66	

†It was significantly lower than that of students whose general health perception was good and average ($p<0.05$).

Table 4. The relationship between students' health literacy and their use of health services and social media

Characteristics		THLS-32		
		n (%)	Mean $\pm$ SD	p
Frequency of doctor visits in the last year	0	388 (28.0)	36.49 $\pm$ 8.18	0.297
	1-3	551 (39.7)	37.38 $\pm$ 7.38	
	4-6	263 (18.9)	37.47 $\pm$ 8.10	
	≥ 7	186 (13.4)	37.01 $\pm$ 7.61	
Frequency of hospital visits in the last year	0	466 (33.6)	36.27 $\pm$ 8.42†	0.001
	1-3	446 (32.1)	37.55 $\pm$ 7.18	
	4-6	235 (16.9)	38.50 $\pm$ 7.83	
	≥ 7	241 (17.4)	38.46 $\pm$ 7.30	
Frequency of consulting a psychologist in the last year	0	1233 (88.8)	37.21 $\pm$ 7.72	0.236
	1-3	109 (7.9)	36.53 $\pm$ 8.50	
	4-6	24 (1.7)	35.21 $\pm$ 6.51	
	≥ 7	22 (1.6)	36.60 $\pm$ 8.62	
Frequency of consulting a dietitian in the last year	0	1264 (91.1)	37.16 $\pm$ 7.64	0.153
	1-3	113 (8.1)	36.95 $\pm$ 8.60	
	4-6	8 (0.6)	32.42 $\pm$ 15.41	
	≥ 7	3 (0.2)	30.34 $\pm$ 6.07	
Frequency of visits to a physiotherapist in the last year	0	1334 (96.1)	37.08 $\pm$ 7.75	0.388
	1-3	43 (3.1)	38.34 $\pm$ 6.94	
	4-6	8 (0.6)	36.19 $\pm$ 15.36	
	≥ 7	3 (0.2)	31.04 $\pm$ 7.37	

Frequency of visits to the dentist in the last year	0	782 (56.3)	37.26±7.74	0.553
	1-3	453 (32.6)	36.80±7.83	
	4-6	93 (6.7)	37.67±8.40	
	≥7	60 (4.3)	36.32±6.91	
Frequency of visits to other healthcare personnel in the last year	0	944 (68.0)	36.94±7.87	0.173
	1-3	260 (18.7)	37.62±7.47	
	4-6	95 (6.8)	36.14±7.93	
	≥7	89 (6.4)	38.27±7.45	
Reading magazines/books about healthy living	Yes	309 (22.3)	38.15±8.04	0.007
	No	1079 (77.7)	36.80±7.68	
Using social media to get information about health	Yes	1242 (89.5)	37.12±7.78	0.816
	No	146 (10.5)	36.96±7.84	

†It was significantly lower than that of students whose hospital admission frequency was 4-6 times and ≥7 times (p<0.05).

DISCUSSION

One of the notable factors influencing individuals in making informed decisions about their health is health literacy (3). In this study, which was planned to determine the health literacy levels and associated factors in health technician students, the mean score on the total THLS-32 was found to be 37.1. In categorical assessment, 5.2% of the participating students were identified to have an "inadequate" health literacy level. In studies conducted on university students using the THLS-32 scale, the mean total score ranged from 33.9 to 39.8, and the proportion of those with "inadequate" health literacy ranged from 1.7% to 18.3% (7-15). Accordingly, our findings were consistent with these results regarding the overall health literacy scale. However, the inadequacy levels of health literacy vary among university students depending on their field of study (8, 16-18). Having university-level education in the general population is a significant factor in having a high health literacy level (19). Since students in health-related schools have more communication with the community regarding health issues, interventions to improve their health literacy level are recommended.

In this study, a relationship was found between low health literacy and living in a village for a long time, having deceased or separated parents, and having low family income. While studies conducted on students in the health field have not shown an impact of students' and their families' sociodemographic characteristics and living in rural areas on low health literacy (7,9,12,14,16,20-22), a relationship has been reported between low income and low health literacy (7,8,10,11). In a study conducted on vocational school students, it was noted that as the economic situation of the family increased, students' health literacy levels

reached an excellent level (13). Due to their higher socioeconomic status, students are more likely to access relevant information from parents and other health-promoting sources (5).

Our research revealed that students who perceived their general health as "poor," did not engage in regular physical activity, or did not read health-related magazines and books had lower health literacy levels. There are studies in the literature showing that there is a relationship between the poor general health status of the student and low health literacy levels in university students studying in different fields, in parallel with our findings (10,13,23). Another study, consistent with our results, indicated that those who were not engaged in regular physical activity had lower health literacy levels (15). It has been reported that there is a positive relationship between healthy lifestyle behaviors and health literacy levels in students studying in health-related departments (10,15,18,22). Students with no health behaviors like physical activity may not have enough knowledge about maintaining and improving health.

In our research, students who had not visited the hospital at all in the past year had significantly lower health literacy levels. In a study on vocational school students, no relationship was found between hospital admission status and students' health literacy levels (13). In another study on university students majoring in law, social sciences, nursing, human sciences, and Islamic sciences, it was indicated that students who did not undergo routine check-ups had significantly lower health literacy levels regarding treatment and services (18). The authors mentioned that students with high health literacy levels regularly underwent health check-ups and read various sources to acquire information about health issues (18). Individuals who are aware of and search for health problems are more likely to use health services. Therefore, it was an expected finding that individuals regularly going for routine health check-ups had higher health literacy levels.

CONCLUSION

In conclusion, approximately one-third of the students participating in our research had inadequate and problematic-limited health literacy levels. It was determined that living in a village, family income, and health perception influenced students' health literacy levels. To improve the health literacy of future health professionals, it is recommended to integrate health literacy into the curricula of schools where healthcare personnel are educated. Conducting awareness-raising activities for students through events, such as conferences, seminars, and peer education, at universities may contribute to an increase in students' health literacy levels.

REFERENCES

1. World Health Organization. Global Accelerated Action for the Health of Adolescents (AA-HA!): guidance to support country implementation. 2nd ed. Geneva: World Health Organization; 2023.
2. Nielsen-Bohlman L, Panzer Allison M, Kindig D. Health literacy: A prescription to end confusion. committee on health literacy. Institute of Medicine of The National Academies. The National Academies Press. Washington: DC; 2004.
3. Liu C, Wang D, Liu C, Jian J, Wang X, Chen H, et al. What is the meaning of health literacy? A systematic review and qualitative synthesis. Fam Med Com Health. 2020;8:e000351.
4. Oliveira ASS, Seidi FFA, Sousa KMP, Felipe GF, Pinheiro EP, Albuquerque NLS. Health literacy and health behaviors of Guinean university students residing in Brazil. Rev Gaúcha Enferm. 2023;44:e20220295.

5. Kühn L, Bachert P, Hildebrand C, Kunkel J, Reitermayer J, Wäsche H, et al. Health literacy among university students: A systematic review of cross-sectional studies. *Front. Public Health*. 2022;9:680999.
6. Okyay P, Abacigil F. Türkiye health literacy scales reliability and validity study. 1st ed. Ministry of Health Publication: Ankara; 2016.
7. Altunbaş N, Altunbaş Ç. Determining health literacy levels of students studying at two different high schools: A descriptive study. *journal of continuing medical education*. 2022;31(5):360-70.
8. Çelik S, İstek Z, Kızkın A, Yiğit MC, Kaçan H. Examining the health literacy levels of university students: The sample of Bartın University. *IGUSABDER*. 2021;15:593-605.
9. Gün M, Aslantekin F, Karadağ N. Evaluating the health literacy of medical and vocational school of health services students and affecting factors. *Turkish J of Bioethics*. 2021;8(1):34-43.
10. Kazak A, Başaran F, Coşkun N, Karakullukçu S. Evaluation of health literacy and healthy lifestyle behaviors of university students that study in health-related department. *Kocaeli Med J*. 2021;10(3):273-83.
11. Malatyalı İ, Biçer EB. Malatyalı, İrem ve Biçer, Enis B. (2018), "Determination of health literacy levels: The case of Sivas Cumhuriyet University. *Ankara J. Health Services*. 2018;17(2):16-27.
12. Okur E, Evcimen H, Yağcı Şentürk A. Examination of Health Literacy Levels of Students of Health Services School. *journal of continuing medical education*. 2021;30(1):18-24.
13. Şirin H, Deniz S, Oğuzöncül AF, Ketrez G, Ertuğrul O, Memiş D. Assessment of health literacy level and relevant factors amongst the students of Fırat University Vocational School. *ESTUDAM Public Health J*. 2021;6(2):148-
14. Uysal N, Yıldız G. Examining the health literacy levels of nursing students. *BAUN Health Sci J*. 2021;10(1):43-8. *GUJHS*. 2021;10(2):247-56.
15. Yakut Özdemir H, Bozdemir Özel C. Investigation of the relationship between health literacy, healthy lifestyle behaviors and exercise perceptions in health services vocational school students. *journal of continuing medical education*. 2023;32(3):177-88.
16. Juvinyà-Canal D, Suñer-Soler R, Porquet AB, Vernay M, Blanchard H, Bertran-Noguer C. Health literacy among health and social care university students. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2020;17:2273.
17. Sariyar S, Fırat Kiliç H. The health literacy of university students in North Cyprus. *Health Promot. Int*. 2021;36:101-8.
18. Uysal N, Ceylan E, Koç A. Health literacy level and influencing factors in university students. *Health Soc Care Community*. 2020;28:505-11.
19. Bakan AB, Yıldız M. A study on determining the health literacy levels of individuals aged 21-64. *Health and society*. 2019;3:33-40.
20. Yılmaz D, Canbulat Şahiner N, Erçelik ZE. The relationship of health sciences faculty students' attitudes to vaccines and health literacy. *Artuklu IJ Health Sci*. 2023;3(3):304-10.
21. Newsome C, Mallawaarachchi I, Conklin J, Ray G. Health literacy of student pharmacists. *Curr. Pharm. Teach. Learn*. 2018;10:340-3.
22. Akgün Ş, Öztaş D, Hançer Tok H. Healthy lifestyle behaviors and health literacy levels of nursing students. *GUJHS*. 2021;10(2):247-56.
23. Bánfai-Csonka H, Bánfai B, Jeges S, Betlehem J. Understanding health literacy among university health science students of different nationalities. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022;19:11758.

Sosyal Bilgiler Öğretiminde Üstün Yetenekliler İçin Fırsatlar ve Engeller

Fatih PALA¹

¹e-r-z-u-r-u-m-25@hotmail.com; Milli Eğitim Bakanlığı, Oltu Bilim ve Sanat Merkezi, Erzurum/Türkiye.

Özet

Bu araştırmanın amacı, üstün yetenekli öğrencilerin Sosyal Bilgiler dersinde karşılaştıkları fırsatları ve engelleri belirlemektir. Üstün yetenekli bireylerin bilişsel ve duyuşsal açıdan farklı öğrenme ihtiyaçlarına sahip olmaları, öğretim sürecinde özel düzenlemeler gerektirmektedir. Sosyal Bilgiler dersi, eleştirel düşünme, toplumsal sorumluluk ve tarihsel analiz gibi alanlarda gelişim sunma potansiyeline sahiptir. Ancak bu potansiyelin uygulamaya nasıl yansıdığı belirsizdir. Araştırmada nitel araştırma desenlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Çalışma grubu, 2024–2025 eğitim öğretim yılında bir Bilim ve Sanat Merkezi'nde öğrenim gören 10 üstün yetenekli öğrenci ve bu öğrencilerin Sosyal Bilgiler dersine giren 5 öğretmenden oluşmaktadır. Veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılmış; veriler betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Bulgular, öğrencilerin standart öğretim uygulamaları nedeniyle zorlandıklarını, sorgulama temelli ve proje odaklı etkinliklerde ise derse daha aktif katıldıklarını göstermektedir. Öğretmenlerin büyük çoğunluğu ise farklılaştırma konusunda yeterli donanımına sahip olmadıklarını ifade etmiştir. Araştırma sonucunda, Sosyal Bilgiler öğretiminin üstün yetenekliler için daha etkili hâle gelmesi adına öğretmen eğitimi, zenginleştirilmiş materyal geliştirme ve bireyselleştirilmiş öğretim stratejileri önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: üstün yetenekli öğrenciler, sosyal bilgiler, öğretim süreci, fırsatlar, engeller.

Abstract

The aim of this study is to identify the opportunities and barriers faced by gifted students in Social Studies. Gifted individuals have different cognitive and affective learning needs, which require special arrangements in the teaching process. The Social Studies course has the potential to foster development in areas such as critical thinking, social responsibility, and historical analysis. However, it is unclear how this potential is reflected in practice. A case study design, which is a qualitative research method, was used in this study. The study group consists of 10 gifted students attending a Science and Art Center during the 2024–2025 academic year, as well as 5 teachers who teach these students in Social Studies. Semi-structured interview forms were used as the data collection tool, and the data were analyzed using descriptive analysis. The findings indicate that students face difficulties due to standard teaching practices, while they participate more actively in inquiry-based and project-oriented activities. The majority of teachers, however, stated that they do not feel adequately equipped to differentiate instruction. Based on the research findings, teacher training, the development of enriched materials, and individualized teaching strategies have been proposed to make Social Studies instruction more effective for gifted students.

Keywords: gifted students, social studies, teaching process, opportunities, barriers.

GİRİŞ

Üstün yetenekli bireyler, yaşıtlarına kıyasla bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanlarda ileri düzey performans sergileyebilen, öğrenmeye karşı yüksek motivasyon ve merak duyan öğrencilerdir (Troxclair, 2000). Bu bireylerin potansiyellerini en üst düzeyde geliştirebilmeleri, eğitim ortamlarının onların farklı ihtiyaçlarına uygun şekilde düzenlenmesiyle mümkün olmaktadır. Ancak geleneksel sınıf ortamlarında uygulanan standart öğretim yöntemleri, üstün yetenekli öğrencilerin ihtiyaçlarına her zaman yanıt verememekte ve bu durum öğrencilerde motivasyon kaybı, ilgisizlik ve öğrenmeye karşı olumsuz tutumlar gibi sonuçlara yol açabilmektedir (Renzulli, 2021; Tomlinson, 2014). Sosyal Bilgiler dersi, bireyin toplumsal yaşama uyum sağlamasını, demokratik değerleri içselleştirmesini, eleştirel düşünme, problem çözme ve empati gibi üst düzey beceriler kazanmasını amaçlamaktadır (Yılmaz & Akgün, 2019). Bu yönüyle Sosyal Bilgiler, üstün yetenekli öğrenciler için yaratıcı düşünme, tartışma ve araştırma yapma gibi fırsatlar barındırmaktadır. Ancak uygulamada dersin genellikle ezbere dayalı, bilgi aktarıcı ve pasif öğrenme yöntemleriyle yürütülmesi, bu potansiyelin yeterince kullanılmasını engellemektedir. Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı, üstün yetenekli öğrencilerin Sosyal Bilgiler dersinde karşılaştıkları fırsatları ve engelleri ortaya koymak, dersin bu öğrenci grubuna yönelik daha etkili ve kapsayıcı biçimde nasıl yapılandırılabilmesine ilişkin öneriler geliştirmektir. Araştırma, öğrenci ve öğretmen görüşleri aracılığıyla mevcut durumu analiz etmeyi ve bu doğrultuda eğitim ortamlarına yönelik iyileştirme önerileri sunmayı hedeflemektedir.

Kuramsal Temeller ve İlgili Araştırmalar

Üstün Yeteneklilik ve Eğitimsel Gereksinimler

Üstün yetenekli bireyler; genel zihinsel yetenek, akademik başarı, yaratıcılık, liderlik kapasitesi ve sanatsal ya da psikomotor yetenek alanlarında akranlarına göre belirgin üstünlük gösteren bireyler olarak tanımlanmaktadır (Renzulli, 2021; Troxclair, 2000). Bu bireylerin eğitim süreçleri, farklılaştırılmış öğretim teknikleriyle zenginleştirilmeli, hızlandırılmalı ve derinleştirilmelidir. Tomlinson (2014), üstün yetenekli öğrenciler için en etkili öğrenme ortamlarının, öğrencinin hazırbulunuşluk düzeyine, ilgilerine ve öğrenme tercihlerine uygun şekilde uyarlanmış programlarla mümkün olabileceğini vurgulamaktadır.

Sosyal Bilgiler Dersinin Öğrenme Olanakları

Sosyal Bilgiler dersi, bireyin toplumla etkileşim kurmasına, geçmişten ders çıkararak bugünü anlamasına ve geleceği planlamasına imkân tanır. Ayrıca demokrasi eğitimi, vatandaşlık bilinci ve eleştirel düşünme becerilerinin kazandırılmasında önemli bir rol oynar (Yılmaz & Akgün, 2019). Bu yönüyle Sosyal Bilgiler dersi, üstün yetenekli öğrencilerin sorgulama, analiz yapma ve çözüm üretme gibi becerilerinin gelişimine katkı sağlayabilecek niteliktedir.

Üstün Yetenekliler İçin Sosyal Bilgiler Öğretimi: Araştırma Bulguları

Araştırmalar, Sosyal Bilgiler dersinin doğru yapılandırıldığında üstün yetenekli öğrencilerin entelektüel gelişimlerine katkı sunduğunu göstermektedir (Özarslan, 2015). Ancak birçok öğretim ortamında bu potansiyelin değerlendirilemediği, dersin bilgi aktarma ve sınav odaklı yürütüldüğü görülmektedir (Eğmir & Çelik, 2021). Bu da üstün yetenekli öğrencilerin öğrenme isteklerini azaltmakta,

ilgilerini başka alanlara kaydırmalarına neden olmaktadır. Örneğin, Atalay (2014) tarafından yapılan bir araştırmada, üstün yetenekli öğrencilerin Sosyal Bilgiler dersinde daha fazla araştırma, tartışma ve yaratıcı yazma etkinliği istedikleri; öğretmenlerin ise genellikle müfredat yetiştirme baskısı nedeniyle bu tür etkinliklere yeterince zaman ayıramadıkları ortaya konmuştur. Benzer şekilde, Polat vd. (2023) üstün yetenekli öğrencilerin grup çalışmalarında lider rolü üstlenmekten yorulduklarını ve daha bireysel ya da derinlemesine çalışma imkânları talep ettiklerini belirtmiştir. Bu çalışmalar, Sosyal Bilgiler öğretiminde hem içerik hem de yöntem açısından yeniden yapılanmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Öğretmenlerin üstün yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış öğretim tekniklerini kullanma konusunda desteklenmesi, dersin daha etkili ve kapsayıcı hale gelmesini sağlayacaktır.

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Bu araştırma, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması (case study) deseni kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Durum çalışması, belirli bir olay, birey, grup ya da programın derinlemesine ve ayrıntılı bir biçimde incelenmesini sağlar (Creswell, 2017). Bu çalışmada amaç, üstün yetenekli öğrencilerin Sosyal Bilgiler dersinde karşılaştıkları fırsat ve engelleri katılımcıların deneyimleri üzerinden ortaya koymaktır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2024–2025 eğitim-öğretim yılında bir büyükşehirde bulunan Bilim ve Sanat Merkezi'nde (BİLSEM) öğrenim gören 10 üstün yetenekli ortaokul öğrencisi ve bu öğrencilere Sosyal Bilgiler dersini veren 5 öğretmen oluşturmaktadır. Katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemlerinden maksimum çeşitlilik örneklemeyle seçilmiştir. Bu sayede farklı yaş grupları, sınıf seviyeleri ve deneyim düzeylerinden katılımcılarla geniş bir bakış açısı elde edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Veriler, yarı yapılandırılmış görüşme formları aracılığıyla toplanmıştır. Görüşme formu uzman görüşü alınarak geliştirilmiş; hem öğrencilere hem öğretmenlere yönelik açık uçlu sorular içermektedir. Öğrencilerle bireysel, öğretmenlerle ise odak grup görüşmeleri yapılmıştır. Tüm görüşmeler ses kaydı alınarak gerçekleştirilmiş ve daha sonra yazılı hale getirilmiştir.

Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması

Araştırmanın geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları, nitel araştırmalarda yaygın olarak kullanılan yöntemlerle sağlanmıştır. İçerik geçerliği sağlamak için, görüşme formu uzman görüşü alınarak geliştirilmiş ve alanında uzman üç akademisyen tarafından incelenmiştir. Uzmanlar, formun araştırma sorularıyla ne derece örtüştüğünü, eksik ya da yanıltıcı ifadelerin olup olmadığını değerlendirmiştir. Güvenirlik açısından ise, veri analizi süreci için çift kodlayıcı yöntemi kullanılmıştır. İki bağımsız araştırmacı, görüşmelerin transkriptleri üzerinde bağımsız olarak kodlama yapmış ve elde edilen temalar karşılaştırılmıştır. Kodlayıcılar arasındaki tutarlılık, yüzde 90 oranında olmuştur. Ayrıca, değerli katılımcı doğrulaması (member checking) yöntemiyle, elde edilen bulgular katılımcılara sunulmuş ve onların görüşleri doğrultusunda analizler tekrar gözden geçirilmiştir.

Verilerin Analizi

Toplanan nitel veriler, betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Betimsel analizde elde edilen veriler belirlenen temalar çerçevesinde sınıflandırılmış ve doğrudan alıntılarla desteklenmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Kodlama sürecinde iki bağımsız araştırmacıdan görüş alınarak güvenilirlik sağlanmıştır. Araştırmada etik ilkelere uyulmuş, katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

BULGULAR

Tablo 1. *Üstün yetenekli öğrencilerin sosyal bilgiler dersindeki fırsat ve engelleri*

Kategori	Bulgular	Yorum
Öğrenme İhtiyaçları	Üstün yetenekli öğrenciler, derste daha fazla sorgulama ve derinlemesine analiz fırsatı istediklerini belirtmişlerdir.	Öğrenciler, Sosyal Bilgiler dersinin daha araştırma tabanlı ve analiz odaklı olmasını istemektedir. Bu, onların eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabilir.
Katılım ve İlgi	Öğrenciler, proje tabanlı ve yaratıcı öğrenme aktivitelerinin daha ilgi çekici olduğunu ifade etmişlerdir.	Proje tabanlı öğrenme, üstün yetenekli öğrencilerin katılımını artırmak ve motivasyonlarını sağlamak için etkili bir yöntem olabilir.
Zaman Kısıtlamaları	Dersin hızının çok hızlı olması, öğrencilerin derinlemesine düşünme fırsatlarını kısıtlamaktadır.	Hızlı ilerleyen bir müfredat, öğrencilerin daha kapsamlı araştırmalar yapmalarını engelleyebilir. Müfredatın esnek olması gerekebilir.
Farklılaştırılmış Öğretim	Öğrenciler, öğretmenlerin farklılaştırılmış öğretim yöntemlerine ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir.	Farklılaştırılmış öğretim, her öğrencinin bireysel öğrenme hızına ve ihtiyaçlarına uygun eğitim sunmak için gereklidir.
Bilişsel Zorluklar	Sosyal Bilgiler dersinde kullanılan dil ve kavramlar bazı öğrenciler için zorlayıcı olabilir.	Bilişsel zorluklar, dil ve kavramlar açısından daha erişilebilir öğretim stratejileri gerektirmektedir.
Eğitim Kaynakları	Sosyal Bilgiler dersine yönelik mevcut eğitim materyalleri, üstün yetenekli öğrencilerin ihtiyaçlarına yeterince hitap etmemektedir.	Eğitim materyallerinin, üstün yetenekli öğrencilerin daha derinlemesine öğrenme süreçlerine olanak tanıyacak şekilde güncellenmesi gerekmektedir.

Öğrenme ihtiyaçları bulgular: Üstün yetenekli öğrenciler, derste daha fazla sorgulama ve derinlemesine analiz fırsatı istediklerini belirtmişlerdir. Öğrenci Alıntıları: Ö5"Daha fazla araştırma yapmayı ve fikirlerimi derinlemesine tartışmayı çok isterdim. Çoğu zaman, ders çok hızlı geçiyor ve yeterince zamanım olmuyor." Ö10"Tartışmalara daha fazla katılmak, sadece öğretmenin söylediklerini dinlemek yerine kendi fikirlerimi paylaşmak beni çok daha fazla geliştirir." Yorum: Üstün yetenekli öğrenciler, derste daha fazla derinlemesine düşünme fırsatına ihtiyaç duymaktadır. Bu tür öğrenciler, sadece öğrenilen bilgileri ezberlemek yerine, konuları sorgulamayı ve analiz etmeyi arzulamaktadır. Bu istek, onların bilişsel gelişimini desteklemek için, derse daha fazla araştırma ve tartışma fırsatları eklenmesi gerektiğini göstermektedir. Öğrencilerin ifadeleri, sınıf ortamında daha fazla zaman ayrılması ve öğretmenin rehberliğinde sorgulayıcı düşünme aktivitelerinin artırılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Katılım ve ilgi bulgular: Öğrenciler, proje tabanlı ve yaratıcı öğrenme aktivitelerinin daha ilgi çekici olduğunu ifade etmişlerdir. Öğrenci Alıntıları: Ö9"Projeler ve grup çalışmaları bana daha çok şey öğretiyor. Bir konuya farklı açılardan bakabiliyoruz ve bu gerçekten heyecan verici." Ö3"Bazen derste sadece not alıyoruz, ama yaratıcı projeler yaparken gerçekten ne öğrendiğimi hissedebiliyorum." Öğretmen Alıntıları: ÖG2 "Proje tabanlı öğrenme, öğrencilerin katılımını artırıyor ve onların aktif düşüncelerini sağlıyor. Bu yöntem, üstün yetenekli öğrenciler için oldukça etkili." Yorum: Üstün yetenekli öğrenciler, sosyal bilgiler dersinde proje tabanlı öğrenme ve yaratıcı aktivitelerle daha fazla ilgi gösterdiklerini belirtmektedirler. Bu öğrenciler için derse olan katılımı artıran en önemli faktörlerden biri, öğrencilere özgürlük tanıyan ve kendi projelerini geliştirmelerine olanak veren yöntemlerin kullanılmasıdır. Öğretmenlerin, bu tür öğrenme fırsatları sunarak öğrencilerin motivasyonlarını artırmaları gerekir.

Zaman kısıtlamaları bulgular: Dersin hızının çok hızlı olması, öğrencilerin derinlemesine düşünme fırsatlarını kısıtlamaktadır. Öğrenci Alıntıları: Ö4 "Bazen konulara girmek çok zor oluyor, çünkü zaman çok hızlı geçiyor. Tam anlamadan diğer konuya geçiyoruz." Ö6"Derste daha fazla zaman olsaydı, daha fazla araştırma yapabilirdim. Her şeyi bir anda öğrenmeye çalışmak zor." Öğretmen Alıntıları: ÖG1"Sosyal bilgiler müfredatının çok yoğun olması, öğrencilerin her konuyu derinlemesine incelemelerini engelliyor. Hızın biraz daha yavaşlatılması faydalı olabilir." Yorum: Üstün yetenekli öğrenciler, müfredatın hızının fazla olmasından dolayı derinlemesine düşünme fırsatlarının kısıtlandığını ifade etmektedirler. Müfredatın hızının düşürülmesi ve esnek bir yapı oluşturulması, bu öğrencilerin daha kapsamlı araştırmalar yapmalarına olanak tanıyabilir. Bu değişiklik, öğrencilerin düşünme süreçlerini daha derinlemesine geliştirmelerine yardımcı olabilir.

Farklılaştırılmış öğretim bulgular: Öğrenciler, öğretmenlerin farklılaştırılmış öğretim yöntemlerine ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Öğrenci Alıntıları: Ö8"Herkes aynı hızda öğrenmiyor. Bazı arkadaşlarım zorlanıyor ve ben bazen çok beklemek zorunda kalıyorum. Ama öğretmen farklı bir şeyler yaparsa, herkes için daha verimli olabilir." Ö10"Öğretmen daha fazla kişisel destek verseydi, çok daha verimli öğrenebilirdim. Herkes farklı bir şekilde öğreniyor." Öğretmen Alıntıları: ÖG2"Farklılaştırılmış öğretim, her öğrencinin kendi hızında öğrenmesine olanak tanıyor. Üstün yetenekli öğrenciler için bu, onların potansiyellerini en iyi şekilde kullanabilmesi açısından çok önemli." Yorum: Öğrenciler, aynı müfredat üzerinden ilerlerken farklı hızlarda öğrenme gereksinimlerini ifade etmektedirler. Farklılaştırılmış öğretim, her öğrencinin bireysel ihtiyaçlarına uygun eğitim fırsatları sunarak, üstün yetenekli öğrencilerin dersten maksimum verimi almalarını sağlayabilir. Öğretmenler, bu yöntemle öğrencilerin öğrenme hızlarına göre farklı materyaller ve aktiviteler sunarak daha etkili bir eğitim ortamı yaratabilirler.

Bilişsel zorluklar bulgular: Sosyal Bilgiler dersinde kullanılan dil ve kavramlar bazı öğrenciler için zorlayıcı olabilir. Öğrenci Alıntıları: Ö5"Bazı konuları anlamak zor oluyor, çünkü kullanılan dil çok karmaşık. Özellikle tarihsel terimler bazen kafa karıştırıcı olabiliyor." Ö7"Sosyal bilgilerde anlatılan bazı kavramlar çok soyut ve anlamak benim için zor oluyor." Yorum: Üstün yetenekli öğrenciler, bazen ders içeriğindeki dil ve kavramların çok soyut ve karmaşık olduğunu belirterek bu durumun öğrenme sürecini engellediğini ifade etmektedirler. Sosyal Bilgiler dersindeki bazı terimler, öğrencilerin anlamakta güçlük çekebileceği türde olabilir. Bu noktada, öğretmenlerin kavramları daha anlaşılır kılmak için farklı öğretim teknikleri kullanması, örneğin somut örnekler ve görsellerle desteklemesi faydalı olacaktır.

Eğitim kaynakları bulgular: Sosyal Bilgiler dersine yönelik mevcut eğitim materyalleri, üstün yetenekli öğrencilerin ihtiyaçlarına yeterince hitap etmemektedir. Öğrenci Alıntıları: Ö1"Kitaplar çok eski ve hep

aynı şeyleri anlatıyor. Daha fazla güncel kaynak veya interaktif materyaller olsa, çok daha fazla şey öğrenebilirdim." Ö4"Eğitim materyalleri çok basit. Ben daha derinlemesine içerikler istiyorum, çünkü benzer şeyleri sürekli okuduğumda sıkılıyorum." Öğretmen Alıntıları: ÖG3"Üstün yetenekli öğrenciler için mevcut materyaller yetersiz kalabiliyor. Onlara daha derinlemesine içerikler sunmak gerekiyor." Yorum: Üstün yetenekli öğrenciler, sosyal bilgiler dersinde kullanılan materyallerin genellikle seviyelerinin altında olduğunu dile getirmektedirler. Eğitim materyallerinin, öğrencilerin daha derinlemesine öğrenme süreçlerine olanak tanıyacak şekilde güncellenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Öğretmenlerin, bu öğrencilere yönelik daha zengin ve ileri düzey kaynaklar sağlaması, onların potansiyellerini en verimli şekilde kullanmalarını sağlayacaktır.

Tablo 2. *Farklılaştırılmış öğretim ve sosyal bilgiler dersindeki etkileri*

Farklılaştırma Stratejisi	Öğrencilerin Yorumları	Etkiler
Proje Tabanlı Öğrenme	Öğrenciler, projeler sayesinde daha özgür düşünme fırsatları bulduklarını ifade etmişlerdir.	Bu strateji, öğrencilerin yaratıcı düşüncelerini ve özgün projeler geliştirmelerini teşvik etmektedir.
Sorgulama Temelli Öğrenme	Öğrenciler, sorgulama temelli etkinliklerde daha fazla öğrenme fırsatına sahip olduklarını belirtmişlerdir.	Sorgulama temelli öğrenme, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine olanak tanımaktadır.
Esnek Müfredat	Esnek bir müfredatın, öğrencilerin ders içeriğini derinlemesine keşfetmelerine yardımcı olacağını söylemişlerdir.	Esnek müfredat, öğrencilerin ilgi alanlarına göre dersin içeriğini özelleştirmelerine yardımcı olabilir.
İlgiye Dayalı Öğrenme	Öğrenciler, ilgi duydukları konularda derinlemesine araştırma yapma şansı bulduklarını ifade etmişlerdir.	İlgiye dayalı öğrenme, öğrencilerin derse olan ilgilerini artırmak ve bilgiye daha derinlemesine hâkim olmalarını sağlamak için etkili bir yaklaşımdır.

Proje tabanlı öğrenme öğrencilerin yorumları: Ö9"Projeler sayesinde daha özgür düşünme fırsatları buluyorum." Etkiler: Bu yorum, proje tabanlı öğrenmenin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiğini gösteriyor. Öğrenciler, projeler aracılığıyla fikirlerini özgürce ifade etme fırsatı buluyor, bu da onların problem çözme ve yenilikçi düşünme becerilerini artırmaktadır. Öğrenciler ayrıca, proje tabanlı öğrenmenin onları daha fazla motive ettiğini belirtmişlerdir. Sorgulama temelli öğrenme öğrencilerin yorumları: Ö5"Sorgulama temelli etkinliklerde daha fazla öğrenme fırsatım olduğunu düşünüyorum." Etkiler: Bu yorum, sorgulama temelli öğrenmenin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olduğunu ortaya koyuyor. Öğrenciler, daha fazla derinlemesine düşünme fırsatına sahip olduklarını ve sorular sorarak daha iyi anladıklarını ifade etmişlerdir. Bu yaklaşım, öğrencilerin sadece bilgi almak yerine, bu bilgiyi sorgulama ve keşfetme sürecinde aktif olmalarını sağlar. Esnek müfredat öğrencilerin yorumları: Ö10"Esnek bir müfredat, dersin içeriğini derinlemesine keşfetmeye yardımcı oluyor." Etkiler: Esnek müfredat, öğrencilerin ilgilerini ve ihtiyaçlarını dikkate alarak daha derinlemesine öğrenmelerine olanak tanır. Öğrenciler, sınıf içeriğini kendi hızlarına ve ilgilerine göre özelleştirebildikleri için daha anlamlı öğrenme deneyimleri yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bu da öğrenme sürecinin daha kişiselleştirilmiş ve etkili olmasını sağlar. İlgiye dayalı öğrenme öğrencilerin yorumları: Ö4

"İlgi duyduğum konularda daha derinlemesine araştırma yapma şansım oluyor." Etkiler: İlgiye dayalı öğrenme, öğrencilerin derse olan ilgisini artırır ve onların bilgiye daha derinlemesine hâkim olmalarını sağlar. Öğrenciler, ilgilerini çeken konularda araştırma yaparak öğrenme sürecine daha fazla katıldıklarını ve bu süreçten daha fazla keyif aldıklarını ifade etmişlerdir. Bu yaklaşım, öğrencilerin öğrenme motivasyonlarını yükseltir ve ders içeriğini daha ilgi çekici hale getirir.

Tablo 3. Öğretmen ve öğrenci görüşleri

Öğretmen Görüşleri	Öğrenci Görüşleri	Yorum
Farklılaştırılmış öğretim konusunda öğretmenlerin deneyimi sınırlıdır.	Öğrenciler, öğretmenlerinin daha fazla farklılaştırılmış öğretim uygulamasını talep etmektedir.	Öğretmenlerin farklılaştırılmış öğretim stratejileri konusunda daha fazla eğitime ihtiyaçları vardır.
Dersin hızını kontrol etmekte zorlanıyorlar.	Öğrenciler, dersin hızlı ilerlemesinin onların öğrenme süreçlerini zorlaştırdığını belirtmişlerdir.	Öğretmenlerin dersin hızını öğrencilerin ihtiyaçlarına göre daha esnek bir şekilde yönetmeleri gerekebilir.
Öğrencilerin ilgi alanlarını anlamada eksiklikler bulunmaktadır.	Öğrenciler, kendi ilgi alanlarına göre öğrenme fırsatlarının sınırlı olduğunu ifade etmişlerdir.	Öğrencilerin ilgi alanlarına uygun içeriklerin oluşturulması, onların derse olan ilgilerini artırabilir.

Farklılaştırılmış Öğretim Konusunda Öğretmenlerin Deneyimi Öğretmen Görüşleri: ÖG1 "Farklılaştırılmış öğretim konusunda deneyimim sınırlıdır." Öğrenci Görüşleri: Ö8 "Öğretmenim, daha fazla farklılaştırılmış öğretim uygulamalı." Yorum: Öğretmenlerin farklılaştırılmış öğretim stratejileri konusunda daha fazla deneyime sahip olma ihtiyacı, öğrenci taleplerini karşılamak için önemlidir. Öğrenciler, öğretmenlerinden daha fazla farklılaştırılmış yaklaşım beklerken, öğretmenlerin bu yöntemleri etkin şekilde kullanabilmesi için eğitim almaları gerektiği görülmektedir. Bu da, öğretmenlerin öğretim stratejilerini geliştirmek için sürekli eğitim ve profesyonel gelişime ihtiyaç duyduklarını göstermektedir. Dersin Hızını Kontrol Etme Zorluğu Öğretmen Görüşleri: ÖG2 "Dersin hızını kontrol etmekte zorlanıyorum." Öğrenci Görüşleri: Ö9 "Dersin hızlı ilerlemesi, öğrenme sürecimi zorlaştırıyor." Yorum: Hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin dersin hızından memnun olmadıkları ve hızın öğrenme sürecine olumsuz etkilerde bulunduğu anlaşılmaktadır. Öğrenciler, dersin hızının, onların daha derinlemesine düşünme ve öğrenme fırsatlarını kısıtladığını ifade etmektedir. Öğretmenlerin dersin hızını öğrencilerin bireysel öğrenme ihtiyaçlarına göre ayarlayabilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu, esnek bir öğretim yaklaşımının önemini vurgulamaktadır. Öğrencilerin İlgi Alanlarını Anlamadaki Eksiklikler Öğretmen Görüşleri: ÖG5 "Öğrencilerin ilgi alanlarını anlamada eksiklikler bulunuyor." Öğrenci Görüşleri: Ö4 "Kendi ilgi alanlarıma göre öğrenme fırsatım sınırlı." Yorum: Öğretmenlerin öğrencilerin ilgi alanlarını anlamadaki eksiklikleri, öğrencilerin derse olan ilgilerini azaltmaktadır. Öğrenciler, daha kişiselleştirilmiş ve ilgi alanlarına uygun içerikler talep etmektedir. Bu da, öğretmenlerin öğrenci merkezli bir yaklaşım benimseyerek, her öğrencinin ilgi ve ihtiyaçlarını göz önünde bulunduran içerikler oluşturmasının önemini ortaya koymaktadır. İlgiye dayalı öğretim yöntemlerinin daha fazla uygulanması, öğrencilerin motivasyonunu artırabilir ve öğrenmeye olan katılımlarını güçlendirebilir.

Tablo 4. Sosyal bilgiler dersinde karşılaşılan zorluklar

Zorluk	Açıklama	Çözüm Önerileri
Dersin hızlı ilerlemesi	Dersin hızlı işlenmesi, öğrencilerin konuları derinlemesine incelemelerine engellemektedir.	Müfredatın esnek hale getirilmesi ve derse incelemlerini daha fazla zaman ayrılması gerektiği önerilmektedir.
Yetersiz öğretim materyalleri	Mevcut materyaller, üstün yetenekli öğrencilerin öğrenme gereksinimlerini karşılamamaktadır.	Eğitim materyallerinin zenginleştirilmesi ve daha yaratıcı içerikler hazırlanması gerekmektedir.
Düşük katılım düzeyi	Öğrencilerin sınıf içi tartışmalara yeterince katılmamaları, onların düşünsel gelişimlerini sınırlamaktadır.	Grup çalışmaları ve proje tabanlı öğrenme aktivitelerinin artırılması, öğrencilerin katılımını artırabilir.

Dersin Hızlı İlerlemesi Açıklama: Dersin hızlı işlenmesi, öğrencilerin konuları derinlemesine incelemelerini engellemektedir. Öğrenci Görüşleri: Ö2"Dersin hızlı ilerlemesi, öğrenme sürecimi zorlaştırıyor." Çözüm Önerileri: Müfredatın esnek hale getirilmesi ve derse daha fazla zaman ayrılması gerektiği önerilmektedir. Yorum: Dersin hızının, öğrencilerin konuları derinlemesine anlamalarını engellediği açıkça belirtilmiştir. Öğrenciler, dersin hızından dolayı öğrenme fırsatlarını tam anlamıyla değerlendiremediklerini ifade etmektedir. Bu nedenle, müfredatın esnekleştirilmesi ve öğrencilere daha fazla zaman tanınması önerilmektedir. Öğrencilerin öğrenme hızına göre içeriklerin işlenmesi, onların bilgiye derinlemesine hâkim olmalarını sağlayabilir. Yetersiz Öğretim Materyalleri Açıklama: Mevcut materyaller, üstün yetenekli öğrencilerin öğrenme gereksinimlerini karşılamamaktadır. Öğrenci Görüşleri: Ö10"Dersin materyalleri, ihtiyaçlarıma uygun değil." Çözüm Önerileri: Eğitim materyallerinin zenginleştirilmesi ve daha yaratıcı içerikler hazırlanması gerekmektedir. Yorum: Öğrenciler, mevcut materyallerin onların öğrenme gereksinimlerini karşılamadığını ve daha derinlemesine düşünme fırsatları sunmadığını belirtmektedir. Bu durum, eğitim materyallerinin yeterince kapsamlı ve yaratıcı olmadığını göstermektedir. Eğitim materyalleri, öğrencilerin daha geniş bir perspektife sahip olmalarına yardımcı olabilecek şekilde yeniden tasarlanmalıdır. Bu tür materyaller, öğrencilerin analitik ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlayabilir. Düşük Katılım Düzeyi Açıklama: Öğrencilerin sınıf içi tartışmalara yeterince katılmamaları, onların düşünsel gelişimlerini sınırlamaktadır. Öğrenci Görüşleri: Ö6"Derslerdeki tartışmalara katılmak zor oluyor, bazen sessiz kalıyorum." Çözüm Önerileri: Grup çalışmaları ve proje tabanlı öğrenme aktivitelerinin artırılması, öğrencilerin katılımını artırabilir. Yorum: Öğrenciler, ders içindeki tartışmalara katılma konusunda zorluk çektiklerini ve bazen sessiz kaldıklarını belirtmektedir. Bu durum, öğrencilerin düşünsel gelişimlerini engellemektedir. Öğretmenlerin, öğrencilerin aktif katılımını teşvik etmek için grup çalışmaları ve proje tabanlı öğrenme gibi etkinlikleri artırması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu tür etkinlikler, öğrencilerin daha fazla söz hakkı almasını sağlamak ve onların düşüncelerini paylaşmalarını teşvik etmek için etkili olabilir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırma, üstün yetenekli öğrencilerin Sosyal Bilgiler dersinde karşılaştıkları fırsatları ve engelleri, öğretmen ve öğrenci görüşleriyle değerlendirmiştir. Yine, dersin içeriği ve öğretim yöntemlerine dair yapılan yorumlar, öğrencilere yönelik daha etkili bir öğretim sürecinin nasıl oluşturulabileceği

hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Bulgular, dersin hızının, yetersiz öğretim materyallerinin ve düşük katılım düzeyinin, öğrencilerin öğrenme süreçlerini olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Sonuç

Araştırma sonuçlarına göre, öğrenme ihtiyaçları ve katılım ile ilgi üstün yetenekli öğrenciler için önemli fırsatlar sunmaktadır. Öğrenciler, Sosyal Bilgiler dersinde derinlemesine analiz yapma ve daha araştırma odaklı etkinliklerde yer alma isteklerini dile getirmiştir. Bu durum, dersin sadece bilgi aktarımı değil, aynı zamanda eleştirel düşünme becerilerini geliştirici etkinliklerle zenginleştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Öğrencilerin ilgi alanlarına göre öğretim stratejilerinin esnek olması gerektiği de bir başka bulgu olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak, dersin hızlı ilerlemesi ve yetersiz öğretim materyalleri, öğrencilerin derinlemesine öğrenme fırsatlarını kısıtlamaktadır. Bu engellerin aşılması için müfredatın daha esnek ve zenginleştirilmiş materyallerle desteklenmesi önerilmektedir (Neihart, 2021; Sternberg, 2022).

Araştırma sonuçlarına göre, farklılaştırılmış öğretim stratejilerinin öğrencilerin öğrenme süreçlerini olumlu yönde etkilediği bulunmuştur. Öğrenciler, proje tabanlı öğrenme ve sorgulama temelli öğrenme gibi stratejilerle daha fazla fırsat bulduklarını ifade etmişlerdir. Esnek müfredat ve ilgiye dayalı öğrenme, öğrencilerin öğrenmeye olan ilgilerini artırmakta ve onları daha derinlemesine bilgiye ulaşmaya yönlendirmektedir. Bu bulgular, öğretim yöntemlerinin daha kişiselleştirilmiş ve öğrencilerin güçlü yönlerini ön plana çıkaracak şekilde şekillendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Chandler, 2015; Tomlinson, 2014).

Araştırma sonuçlarına göre öğretmen görüşleri ise, öğretmenlerin farklılaştırılmış öğretim stratejilerine yönelik eğitim eksikliklerine işaret etmektedir. Öğretmenler, dersin hızını kontrol etme ve öğrencilerin ilgi alanlarına uygun içerikler hazırlama konusunda zorluk yaşamaktadır. Bu durum, öğretmenlerin daha fazla profesyonel gelişim fırsatına ihtiyaç duyduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, öğretmen eğitimlerinin güçlendirilmesi ve ders içeriklerinin öğrenci ihtiyaçlarına göre daha esnek bir biçimde planlanması önem kazanmaktadır (Gagné, 2021).

Araştırma sonuçlarına göre zorluklar ve çözüm önerileri ise, müfredatın esnekleştirilmesi ve materyallerin çeşitlendirilmesinin gerekliliğini göstermektedir. Düşük katılım düzeyleri, grup çalışmaları ve proje tabanlı öğrenme ile giderilebilir. Bu tür etkinlikler, öğrencilerin katılımını artırarak dersin daha interaktif hale gelmesini sağlayabilir. Ayrıca, öğrencilerin ilgilerine yönelik ders içeriği oluşturulması, onların derse olan ilgisini artırabilir ve öğrenmeye karşı motivasyonlarını yükseltebilir (Hattie, 2008).

Tartışma

Araştırma sonuçları, üstün yetenekli öğrencilerin Sosyal Bilgiler dersinde karşılaştıkları fırsatları ve engelleri kapsamlı bir şekilde ortaya koymuştur. Öğrencilerin daha derinlemesine analiz yapma ve sorgulama temelli etkinliklere katılma istekleri, öğretim stratejilerinin güçlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Ayrıca, öğretmenlerin farklılaştırılmış öğretim stratejileri konusunda daha fazla eğitime ihtiyaç duydukları görülmüştür. Dersin hızlı ilerlemesi, yetersiz öğretim materyalleri ve öğrenci katılımındaki düşüklük, mevcut öğretim sürecindeki temel engellerdir. Bu engellerin aşılması için öğretmenlerin, müfredatın esnekliğini artırarak ve yaratıcı eğitim materyalleri ile desteklenen dersler planlayarak öğrencilerin daha derinlemesine öğrenmelerine olanak sağlamaları gerekmektedir (Renzulli, 2021; Sternberg, 2022).

Öneriler

1. Öğretmen Eğitimi ve Profesyonel Gelişim: Öğretmenlerin farklılaştırılmış öğretim stratejilerine dair eğitimlerini artırmaları, öğrencilerin ihtiyaçlarına daha uygun bir eğitim süreci sunmalarını sağlayacaktır.
2. Esnek Müfredat ve Zenginleştirilmiş Eğitim Materyalleri: Müfredatın daha esnek hale getirilmesi ve üstün yetenekli öğrencilerin ihtiyaçlarına hitap eden eğitim materyalleri geliştirilmesi önemlidir.
3. Aktif Katılımı Teşvik Etmek: Grup çalışmaları, proje tabanlı öğrenme ve ilgiye dayalı öğrenme gibi yöntemlerle öğrencilerin katılımı artırılabilir. Bu, öğrencilerin derslere daha fazla dahil olmalarını sağlar.
4. Öğrenci İhtiyaçlarına Göre Bireyselleştirilmiş Yaklaşımlar: Öğrencilerin öğrenme hızları ve ilgi alanlarına göre içeriklerin düzenlenmesi, onların motive olmalarını ve daha verimli bir şekilde öğrenmelerini sağlar.

KAYNAKÇA

- Atalay, Z. (2014). Üstün zekâli ve yetenekli bireyler için farklılaştırılmış sosyal bilgiler dersinde uygulanabilecek öğretim stratejileri. *HAYEF Journal of Education*, 11(2), 339-358.
- Chandler, K. L. (2015). Recommendations for practice: Designing curriculum for gifted students. *Talent*, 5(2), 157-166.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Eğmir, E., & Çelik, H. (2021). Öğretmen adaylarının Türk eğitim sisteminin sorunlarına olan yaklaşımı ve kültürel bazda küresel problemlere yakınlık düzeyleri. *OPUS International Journal of Society Researches*, 17(34), 940-979.
- Gagné, F. (2021). The Differentiating Model of Giftedness and Talent. In *Handbook for Counselors Serving Students With Gifts and Talents* (pp. 9-28). Routledge.
- Hattie, J. (2008). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Neihart, M. (2021). *The social and emotional development of gifted children: What do we know?*. Routledge.
- Özarslan, M. (2015). *Proje paydaşlarının BİLSEM biyoloji projeleri hakkındaki düşünceleri ve bu projelerin üstün zekâli ve yetenekli öğrencilerin biyoloji öğrenmeye yönelik motivasyonları ile bilimsel tutumlarına etkisi* (Doktora Tezi) Balıkesir Üniversitesi, Türkiye.
- Polat, B., Gökçe, İ., & Erdoğan, M. (2023). Özel Yetenekli Öğrencilerin Belirlenmesinde Sınıf Öğretmenlerin Rolü. *IJSS*, 7(28), 223-235.
- Renzulli, J. S. (2021). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for promoting creative productivity 4. In *Reflections on gifted education* (pp. 55-90). Routledge.

- Tomlinson, C. A. (2014). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners*. Ascd.
- Troxclair, D. A. (2000). Differentiating instruction for gifted students in regular education social studies classes. *Roeper Review*, 22(3), 195-198.
- Sternberg, R. J. (2022). Transformational giftedness: Who's got it and who does not. In *The Palgrave handbook of transformational giftedness for education* (pp. 355-371). Cham: Springer International Publishing.
- Şimşek, H., & Yıldırım, A. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, Ö., & Akgün, N. (2019). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının okullarda demokrasi ve demokratik öğretmen davranışlarına ilişkin görüşleri. *ACJES*, 3(2), 177-189.

Offshore platforms, Türkiye's energy needs, and activities

Erhan ÇİLOĞLU

E-mail: erhan.ciloglu@erdogan.edu.tr; Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Turgut Kıran Denizcilik Fakültesi, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü, Rize/Türkiye Orcid:0000-0002-9995-0377

Özet

Açık deniz platformları, deniz üzerinde petrol, doğal gaz veya diğer deniz kaynaklarını aramak, çıkarmak, işlemek ve bazen de depolamak için kullanılan mühendislik yapılarıdır. Birçok açık deniz platformunda, tek tek kuyulara hizmet veren veya birden fazla kuyu için manifold merkezleri olarak göbek kablolarıyla bağlı uzak kuyu başları bulunur. Tipik olarak kıyıdan uzakta bulunan açık deniz rüzgâr çiftlikleri, rüzgâr türbinleri aracılığıyla elektrik üretmek için güçlü deniz rüzgarlarından yararlanır. Sabit platformlar, kazıklarla deniz tabanına sabitlenmiş rijit yapılardır ve stabiliteyi sağlamak için genellikle sığ sulara kullanılır. Buna karşılık yüzer platformlar deniz tabanına sabitlenmez, su yüzeyinde yüzer halde kalır ve daha derin sular için uygundur. Türkiye'nin açık deniz platformları kurma çabaları, enerji bağımsızlığını artırma ve dışa bağımlılığı azaltma hedefleri doğrultusunda şekillenmektedir. Bu kapsamda hem Karadeniz hem de Akdeniz'de yürütülen sondaj faaliyetleriyle yeni enerji kaynakları keşfetme çalışmaları sürdürülmektedir. Türkiye enerji güvenliğini arttırmak, enerji kaynaklarını çeşitlendirmek ve kendisini bölgesel bir enerji merkezi olarak konumlandırmak için kapsamlı bir strateji uygulamaktadır. Bu yaklaşım sağlam altyapı gelişimini, dengeli dış politikayı ve küresel enerji piyasasındaki değişimlere uyum sağlamayı vurgulamaktadır. Karadeniz'deki önemli doğal gaz rezervleri ve Akdeniz'de devam eden arama çalışmalarıyla Türkiye, enerji ithalatına olan bağımlılığını azaltmayı, 2026 yılına kadar tam ölçekli Karadeniz gazı üretimiyle önemli tasarruflar elde etmeyi ve Doğu Akdeniz'deki haklarını savunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Açık deniz platformu, Doğal gaz, Boru hattı

Abstract

Offshore platforms are engineering structures exploring for, extracting, processing, and sometimes storing offshore oil, natural gas, or other marine resources. Many offshore platforms have remote wellheads connected by umbilical cables that serve individual wells or as manifold centres for multiple wells. Offshore wind farms, typically located offshore, harness strong offshore winds to generate electricity through wind turbines. Fixed platforms are rigid structures fixed to the seabed with piles and are usually used in shallow waters to ensure stability. In contrast, floating platforms are not fixed to the seabed but float on the water surface and are suitable for deeper waters. Turkey's efforts to establish offshore platforms align with its goals of increasing energy independence and reducing external dependence. In this context, Turkey continues exploring new energy resources through drilling activities in the Black Sea and the Mediterranean. Turkey is implementing a comprehensive strategy to enhance its energy security, diversify its energy sources, and position itself as a regional energy hub. This approach emphasizes sound infrastructure development, balanced foreign policy, and adaptation to changes in the global energy market. With significant natural gas reserves in the Black Sea and

ongoing exploration in the Mediterranean, Turkey aims to reduce its dependence on energy imports, achieve substantial savings through full-scale Black Sea gas production by 2026, and defend its rights in the Eastern Mediterranean.

Keywords: Energy, Offshore platform, Natural gas, Pipeline

INTRODUCTION

Offshore platforms, such as oil platforms and offshore wind turbines (OWTs), represent a unique and complex category of engineering systems. Oil platforms are large-scale installations in marine environments that support oil and natural gas drilling, extraction, and processing, while also providing living accommodations for the workforce stationed on-site.

With the growing global emphasis on clean and sustainable energy, offshore wind farms have been developed worldwide. These farms have multiple OWTs that capture wind energy and convert it into electricity. Consequently, the oil and gas and renewable energy industry requires highly skilled structural engineers who can design and evaluate these offshore systems (Fu, 2018). The geopolitics of energy for a country or region is defined by its geographical location and role in energy supply, transit, or demand. The share of natural gas in world primary energy consumption has increased for the last fifty years. Projections suggest that this share will continue to increase over the next 20 years (BP, 2020). Over the past fifty years, the share of oil in primary energy consumption has declined from 50% to 30%. Coal's share, on the other hand, has been more volatile than oil, falling from 30% to 27%. In contrast, the share of natural gas in primary energy consumption increased from 17% to 24% (Austvik & Rzayeva, 2017). Strategically located between two continents, Turkey is an important oil and gas transit country, decisive for its import dependence and regional energy security. Azerbaijani and Kurdish oil passes through the country's east and is transported to Ceyhan via the Mediterranean Sea. Russian and Azeri oil passes through the Turkish straits of Istanbul and the Dardanelles to reach Western markets. Natural gas comes from Russia, Iran, and Azerbaijan, but it is only for domestic use. Some natural gas from the former Soviet republics in Central Asia is also transmitted via Russia. For the European Union (EU), it has been important to diversify natural gas supplies and reduce Russia's role as a producer and transit country (Austvik & Rzayeva, 2017). Natural gas projects are essential not only for meeting Türkiye's domestic demand but also for their potential to make Türkiye an important international and regional transit country and a physical hub between producers in the Middle East, Central Asia, Russia, and the Mediterranean on the one hand, and the EU on the other. However, Russian subsea projects in the Black Sea and the SGC's expansion into Türkiye have very high capital costs. From the outset, they require large amounts of natural gas to be profitable. There can only be room for one of the projects in the combined Southern EU and Turkish market, at least in the short to medium term. The realization of the first step of the Turkish Stream depends primarily on bilateral Turkish Russian agreements to capture the market in the Istanbul region and on infrastructure investments (e.g., subsea pipelines). The expansion of the SGC is heavily dependent on domestic Turkish demand, especially "on the way" in the central and eastern parts of the country, to finance the infrastructure (Austvik&Rzayeva, 2017). Cooperation is an essential concept in terms of energy security. However, it is a matter of curiosity what role in the East Mediterranean Gas Forum (EMGF), which is presented as a cooperation project, will play in terms of energy security in the region. Likewise, security in the Mediterranean basin, where conflicts have occurred since ancient civilizations, and especially energy security, which is of great importance today, is a subject that is eagerly awaited by a huge segment. It is possible to say that the Mediterranean, which connects continents, cultures, and trade, has had a gravitational pull as a centre since ancient times. In this respect, the Mediterranean has been the scene of the hegemony struggles of various civilizations that have emerged around it in almost every period. The Mediterranean, which has an East-West extension of approximately 3,700 km and a surface area of approximately 2.5 million km², is essentially a closed sea

despite its size. The Suez Canal, the Strait of Gibraltar, and the Turkish Straits connecting the Black Sea to the Mediterranean are regions of high geopolitical importance in the Mediterranean (Çiloğlu & Yandı, 2024). In addition to the straits connecting the Mediterranean to the oceans and the Black Sea, various islands in the Mediterranean also have regional importance. One of the islands in question is undoubtedly the island of Cyprus, the third largest island in the Mediterranean and has great strategic importance, especially in the Eastern Mediterranean. The region east of the line between the Bon Cape of Tunisia and the westernmost coast of Sicily (Lilibeo Cape) is defined as the Eastern Mediterranean, while the region roughly between the coasts of Turkey and Egypt has recently been on the agenda with its underground energy resources. Hydrocarbon fields in the open seas are classified according to their depths: fields with a water depth of 0-300 meters are shallow; fields with a water depth of 300-1500 meters are deep, and fields with a water depth of over 1500 meters are ultra-deepwater fields (Zhang et al., 2019). With the increasing need for more energy sources, fossil fuels have recently entered great competition with other renewable energy sources as non-renewable energy sources. However, some of these new platforms have expanded technologies originating from existing offshore platforms used in oil and gas exploration. Today, advances have been made in ocean engineering, including a variety of innovative offshore structure designs, from fixed platforms to floating platforms (Chakrabarti, 2005; Haritos, 2007; Söding et al, 1990; Amiri et al., 2021; Amaechi, 2022). Some of these structures are deep water semi-submersible platforms, jack-up towers, floating offshore wind turbines (FOWTs), FPS (floating production systems) units, floating production storage and offloading (FPSO) units, FSO (floating storage and offloading) units, FSU (floating storage units), FPU (floating production units), FDPSO (floating drilling production storage and offloading), MODU (mobile offshore production unit) and FLNG (floating liquid natural gas carrier) (El-Reedy, 2012; Bai&Bai, 2010; Ladeira et al., 2023; Jaculli et al., 2023). However, there are other applications for offshore platforms such as dynamic positioning, exploration activities, drilling/production, navigation, loading/unloading ships, liquid handling, and bridge support (Al-Sharir, 1995; Al-Yafei, 2018; Sadeghi, 2013; Sadeghi, 2008; Amaechi, 2022).

This study investigated the types of offshore platforms, their installation, hydrocarbon exploration methods, and Turkey's drilling activities in the Mediterranean and Black Seas.

METHOD

As a methodology, it primarily involves compiling and interpreting literature studies on the subject, as well as studies on Turkey's offshore platforms and natural gas energy supply.

RESULTS

1. Offshore platforms

Offshore platforms, which are large structures housing drilling rigs, explore, extract, store, and refine crude oil and natural gas from beneath the ocean floor. Although primarily used in the oil sector, these platforms are also utilised in various fields, including radio broadcasting, navigation aids, radar surveillance, space missions, and ocean exploration (Amiri et al., 2021).

Offshore oil drilling platforms. An offshore oil drilling platform is used for the exploration, extraction and production of natural gas and crude oil from the seabed. These platforms are typically located on the ocean floor and utilise drilling equipment to extract oil and gas resources, followed by processing and storage activities. These platforms play a vital role in the oil industry and serve as the primary facility for oil production (Figure 1).



Figure 1. Various types of platforms

An oil platform is a large structure that extracts and produces oil and/or natural gas from seas or oceans. The platform may be floating, an artificial island or attached to the ocean floor, depending on the circumstances. A typical platform may have around thirty wellheads, and directional drilling allows reservoirs to be accessed at different depths and in locations up to 8 kilometres from the platform. The world's largest oil rig is Hibernia offshore Newfoundland (Figure 2.). Many platforms also have remote wellheads connected by umbilicals; these can be single wells or a manifold centre for multiple wells,



Figure 2. Hibernia

2. Offshore wind farms

Offshore wind farms are facilities in the ocean used to harness wind energy to generate electricity. These wind farms are typically located on the ocean surface, often far from the coastline, and utilise strong offshore winds to drive wind turbines for electrical power generation (Figure 3). A typical offshore wind farm consists of a significant number of generators. Such wind farms are spread over several kilometres (Diaz & Soares, 2020).

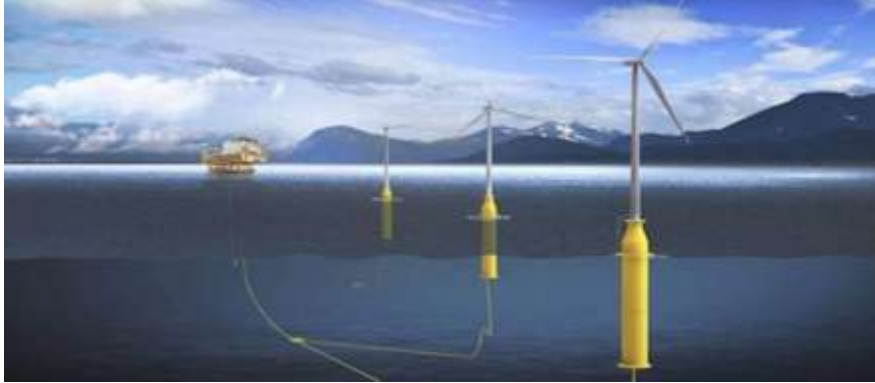


Figure 3. Wind farms

3. Offshore accommodation platforms

With the increasing demand for energy and ocean observations, significant advances have been made in offshore platform technology. New platforms are being built on existing offshore oil and gas exploration platforms, incorporating various innovative offshore structural designs, ranging from fixed to subsea support platforms (Figure 1).

Fixed platforms

Fixed platforms are offshore structures firmly attached to the seabed. They are generally used in shallow waters where the seabed is relatively stable, and the water depth is not too great. These platforms have a rigid structure with vertical piers or piles driven into the seabed to provide stability (Zhao et al., 2010). In some concrete platform designs, the weight of the piers and the platform itself is too great to require them to be physically fixed to the seabed; they can only withstand their mass (Amaechi et al., 2022). Fixed platforms are widely used in the oil industry for drilling and production operations. Their main characteristics include stability, simplicity in design, and relatively low cost compared to other platforms.

Floating platforms

- Floating platforms are offshore structures that float on the water's surface rather than being fixed to the seabed. They are used in deeper waters where building fixed platforms is impossible. Floating platforms come in a variety of designs, including
- Floating Production Storage and Offloading (FPSO) vessels are floating facilities for producing, storing, and offloading oil and gas. They have processing equipment on board and can store large quantities of hydrocarbons (Carter & Foolen, 1983).
- Floating Production Units (FPU): Like FPSOs without storage capacity, FPUs process and produce oil and gas, and hydrocarbons are exported via pipelines to shore or other facilities (Newport, 2021).
- Tension Leg Platforms (TLP): Tension Leg Platforms (TLP) consist of a floating platform attached to the seabed by a series of tensioned tendons or vertical ties. These tendons provide vertical stability by holding the platform in place while allowing it to move horizontally with the waves. TLPs are favoured for their ability to absorb motion in rough sea conditions and their suitability for drilling and production activities in deep water areas. Floating platforms offer the advantage of mobility, allowing them to be relocated as required. However, they are generally more expensive to build and operate than fixed platforms (Chakrabarti, 2005).

Türkiye's Hydrocarbon Exploration and Drilling Activities in the Seas

After the Republic of Turkey's establishment, hydrocarbon exploration was given importance in hydrocarbon exploration in onshore areas; the milestone in hydrocarbon exploration in marine areas was the Seyhan-1 well drilled in 1966 in the Mediterranean Sea offshore Adana. By the end of 2020, 209,784.73 kilometres of 2D and 75,800.43 square kilometres of 3D seismic data had been collected. As of June 2021, 88 wells have been drilled in our marine areas. Turkey defined the Turkish Exclusive Economic Zone in the Black Sea with Decree No. 86-11264 dated 05.12.1986. However, despite experts' warnings, the political power has failed to carry out similar studies for the Aegean and Mediterranean Seas. While Turkey silently watches the developments, the Eastern Mediterranean has been parcelled out by countries such as Greece, the Greek

Republic of Cyprus, Egypt, Israel, etc. In the Eastern Mediterranean, these countries have intensified exploration and drilling activities by multinational companies, while Israel and Egypt have started production. In 2009, Israel made the Tamar natural gas discovery of 307 billion cubic meters (10.84 TCF "trillion cubic feet") of recoverable or extractable reserves at a water depth of 1676 m. The Tamar discovery was followed by Israel's 2010 discovery of Leviathan (510 billion cubic meters (18.01 TCF, 1634 m water depth)), the 2011 discovery of Aphrodite ((127 billion cubic meters (4.48 TCF), 1700 m water depth)) and the 2015 discovery of Egypt's mega-scale Zohr (765 billion cubic meters (27.02 TCF, 2000 m water depth)). The 2015 Zohr

Except for the discovery of natural gas, all the discoveries made in the Eastern Mediterranean are made in clastic reservoir (play) rocks. In this respect, the Zohr discovery, both in terms of being a reservoir rock/play type carbonate rock and in terms of the size of its reserves (765 billion cubic meters), has partially pioneered a significant change and transformation (play change) in hydrocarbon exploration in the Eastern Mediterranean and a shift towards other areas. Italy's ENI's Zohr discovery is now producing its first natural gas phase after 28 months of intensive work.

Turkey has not reacted adequately and decisively to the unilateral initiatives of Egypt, Israel, and especially Southern Cyprus in the Eastern Mediterranean for a long time and has not carried out the necessary work on the definition, declaration, and registration of Turkey's rights in the Mediterranean and the Aegean. However, when political relations were less problematic, bilateral agreements could have been made with Egypt, Libya, and Syria, unilateral decisions taken by Greece and the Greek Republic of Southern Cyprus could have been prevented, and Turkey's inalienable rights in the seas could have been registered. As a result of the failure to fulfil this duty promptly, and with the influence of the US-EU backed Southern Cyprus and Greece governments' spoilage, Turkey has been left with almost only its coasts in the Aegean Sea and small pockets in the gulfs of Antalya, Mersin, and Iskenderun in the Mediterranean. Especially in the last few years, the participation of Turkish Petroleum Corporation (TPAO) as an important factor in hydrocarbon exploration in the Eastern Mediterranean through its vessels (Fatih, Yavuz, and Kanuni deep-sea drilling vessels and Oruç Reis and Barbaros Hayrettin Paşa seismic research vessels) has been a game changer. Despite unjustified threats from the EU and the US, which see the Eastern Mediterranean as their backyard, the government, despite its assertive statements, backed down and halted our country's seismic and drilling activities in the Mediterranean for a long time. Although there have been no discoveries in TPAO's work in the Eastern Mediterranean, the data obtained in seismic and drilling studies are essential as they will guide the work to be carried out. We can define the hydrocarbon exploration activities in the Eastern Mediterranean before and after 2009, and the activities in the Western Black Sea as before and after 2011 and refer to these years as milestone years in terms of exploration activities. These were the years when exploration shifted from shallow waters close to the shore to deeper waters, and the first significant natural gas discoveries were made in these areas.

Turkey defined the Turkish Exclusive Economic Zone in the Black Sea with Decree No. 86-11264 dated 05.12.1986 issued for this purpose. Looking at the results of hydrocarbon exploration activities in the Western Black Sea from the past to the present, like the Eastern Mediterranean, there were no significant commercial oil and natural gas discoveries in the Western Black Sea maritime area until 2011. From 2011 onwards, exploration activities in the Western Black Sea maritime area (within the borders of Bulgaria and Türkiye's exclusive economic zones) have shifted predominantly to deep waters. In 2011, the Domino play (Pliocene-Miocene turbiditic sandstones integrated with structural traps) test conducted by Exxon through the Domino-1 well in the XIX Neptun Deep block in Romanian deepwater (930 m) is a significant biogenic gas discovery in the region. The Domino discovery was followed by Exxon's Pelican South-1 (119 m water depth) in shallow waters and Lookoil's Lira (Lira-1x) biogenic gas discovery in deep waters (700 m) in the EX-30 Trident block in 2015. With 85 billion cubic meters of potential contingent resources, the Domino and Lira biogenic gas discoveries have provided significant leverage to continue and intensify exploration activities in the region. The reservoir levels tested in the Domino and Lira discoveries, which are underlain by the Oligocene Maykop (Maykop Petroleum System), are Pliocene-Miocene-aged turbidites and are likely to have formed the target levels in TPAO's Tuna-1 and Amasra-1 discoveries in the Sakarya Block (Tmmob, 2024).

Incorporating the estimated reservoir levels in the Sakarya block area. The presence of numerous sand-rich bands characterizes the Pliocene-Miocene sedimentary pattern or packets enveloped and formed together, spanning thick levels of dilution.

It is thought to be a slope-front deep-sea fan model. In 2020 and 2021, according to the announcements made through the press, Domino-play-like reservoirs were tested in Tuna -1 (year October 2020, 4775 m TD, 2117 m water depth, Operator TPAO) and Amasra-1 (year June 2021, 3850 m TD, 1938 m water depth, Operator TPAO) drilled to the north-east of it, approximately 170 km north of Karadeniz Ereğli district, offshore Danube River Delta, close to the north-western borders of the exclusive economic zone of our country, Tuna-1 Wells Drilled in the Black Sea (Figure 4).

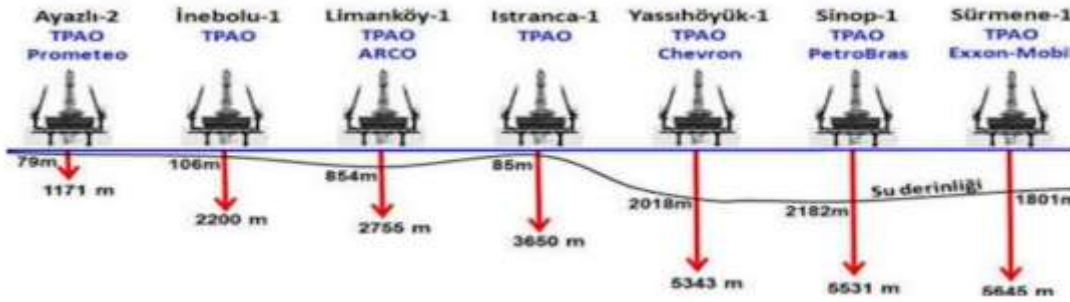


Figure 4. Wells drilled in the Black Sea

<https://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/karadenizde-cok-buyuk-petrol-rezervi-var-2636264213>

405 billion cubic meters (14.3 tcf) through the Amasra-1 exploration well and 405 billion cubic meters (14.3 tcf) through the Amasra-1 exploration well. 135 billion cubic meters in total in the licensed Sakarya block owned by TPAO. Potential gas resources of 540 billion cubic meters (19.07 tcf) have been reported. Public Opinion “We believe that the announced figure should be considered regarding reserves (the commercial. The number of hydrocarbons that can be extracted or recovered, or whether it is an in-place hydrocarbon resource. These quantities can be considered volumetric expressions of estimates of potential gas resources, estimated as proven reserves, since enough appraisal wells have not yet been drilled, and the results of these wells have not yet been analyzed and evaluated. To resolve the uncertainty regarding in-place resources, information on the hydrocarbon system and other factors related to the type of play being tested (trap formation, size, degree of filling/“spill point”- migration; reservoir quality, thickness, extension, horizontal and vertical distribution; fluid contacts (gas-water contact), if any, reservoir thrust mechanism and pressure distribution, etc.); the presence of a trap related to the trap; and the presence of a trap related to the trap.); availability of traps, map reliability, quantity and quality of seismic data, etc., are needed. The detection or “step-out” or “outpost” wells, Türkali-1 and Türkali-2, were drilled and tested 4 km northwest and 3.4 km southwest of the discovery location, respectively. Drilling of the Türkali-3 well has started, but neither the drilling nor the test results of these three wells have been disclosed to the public. The above-mentioned potential gas resource figures should be reviewed and updated in light of the geological-petrophysical information obtained after the tests of the detection wells, and the commercial-economic reserve information should be clarified before production (Tmmob, 2024).

Türkiye's Energy Policy and Natural Gas Strategy

Turkey's energy policy is based on fundamental principles such as ensuring the security of supply, supporting energy production based on domestic and imported resources, resource diversity, and increasing the share of renewable energy. In line with these objectives, nuclear energy, coal, renewable resources, hydroelectricity and natural gas, and increasing energy efficiency are important (Said Arınç, 2016). Turkey's energy policy is based on fundamental principles such as ensuring the security of supply, supporting energy production based on domestic and imported resources, resource diversity, and increasing the share of renewable energy. In line with these objectives, nuclear energy, coal, renewable resources, hydroelectricity, natural gas, and enhancing energy efficiency are key priorities (Said Arınç, 2016).

Energy Resources and Current Status

More than 90 per cent of electricity generation comes from hydroelectric, natural gas, and coal-fired power plants. Petroleum is primarily used in the transportation sector. Natural gas is the most important energy source, accounting for approximately 37 per cent of total energy demand. It is strategically important due to its impact on economic growth and industry. Turkey imports about 75 per cent of its energy needs. More than half of the coal and almost all oil and natural gas are imported abroad (Figure 5).



Figure 5. Natural Gas Pipelines.

Source: Anonymous (2024c)

Natural Gas Supply Sources

Turkey meets its natural gas needs through pipelines and LNG (Liquefied Natural Gas) imports:

➤ Russia:

Trans-Balkan Pipeline (since 1987) - 14 billion cubic metres per year through Ukraine, Romania, and Bulgaria.

Blue Stream Pipeline (2003) - 16 billion cubic metres per year under the Black Sea.

Iran:

The pipeline has had an annual capacity of 10 billion cubic metres since 2001.

Azerbaijan:

Baku-Tbilisi-Erzurum Pipeline (2007) - annual capacity of 6.6 billion cubic metres.

TANAP (Trans Anatolian Natural Gas Pipeline) - built to transport Azerbaijani gas to Türkiye and Europe.

➤ LNG Imports:

LNG is purchased from world markets (especially Qatar and other countries). Turkey is investing in domestic coal, renewable energy, and nuclear power plants to reduce its dependence on natural gas. In line with the Vision 2023 targets:

➤ The share of renewable energy is planned to be 30 per cent,

➤ 30 per cent each of coal and natural gas,

➤ Nuclear energy is planned to be 10 per cent.

Turkey's Energy Transit Role and Geopolitical Importance

Turkey has a strategic position as an energy corridor between Europe, the Middle East, and Asia. In this context:

- TANAP and TAP (Trans Adriatic Pipeline) transport Azerbaijani gas to Europe.
- The Turkish Stream Project aims to transport Russian gas to Europe via Turkey.
- Natural gas resources in the Eastern Mediterranean (Israel and Cyprus) offer alternative supply options for Turkey.

Infrastructure and Market Reforms

- Increasing the pipelines and storage capacity of BOTAŞ,
- Expansion of LNG terminals,
- Encouraging greater participation of the private sector in the energy market,
- Reforms in the Natural Gas Market Law are essential steps.

DISCUSSION

Turkey's energy strategy is a complex and multi-dimensional framework designed to achieve three overarching objectives: ensuring energy supply security, diversifying energy resources, and positioning itself as a pivotal energy hub between Europe, Asia, and the Middle East. These goals are pursued through a combination of domestic resource development, infrastructure expansion, diplomatic manoeuvring, and integration into global energy markets. However, the success of these efforts hinges on several critical factors, including infrastructure investments, geopolitical dynamics, global energy market fluctuations, and the transition to renewable energy sources.

1. Energy Supply, Security, and Reducing Foreign Dependency

Turkey has historically been heavily dependent on energy imports, particularly natural gas from Russia, Iran, and Azerbaijan, as well as oil from the Middle East. To mitigate this vulnerability, Ankara has pursued several key initiatives:

- **Domestic Gas Production in the Black Sea:** The discovery of 540 billion cubic meters (bcm) of natural gas in the Sakarya Gas Field (2020) marked a turning point. Production began in April 2023, with an initial output of 10 million cubic meters per day, expected to reach 40 million cubic meters per day by 2026–2027. This could meet 30% of Turkey's annual gas demand at full capacity, significantly reducing reliance on imports (Anonymous, 2024a; Udiad, 2024).
- **Mediterranean Exploration and Geopolitical Challenges:** Turkey's aggressive hydrocarbon exploration in the Eastern Mediterranean, particularly near Cyprus, has led to tensions with Greece, Cyprus, and the European Union (EU). The dispute over exclusive economic zones (EEZs) remains unresolved, but Turkey continues drilling operations, asserting its rights under international law (Austvik & Rzayeva, 2017).
- **Nuclear Energy Expansion:** The Akkuyu Nuclear Power Plant, built in cooperation with Russia's Rosatom, is scheduled to become operational by 2025, supplying approximately 10% of Turkey's electricity. Additional nuclear projects are planned in Sinop and Thrace, further diversifying the energy mix.

2. Becoming a Regional Energy Transit Hub

Turkey's geographic position makes it a natural bridge between energy producers (Russia, Azerbaijan, Iran, the Middle East) and consumers (Europe). Key projects reinforcing this role include:

- **Southern Gas Corridor (SGC):** The Trans-Anatolian Pipeline (TANAP) and Trans-Adriatic Pipeline (TAP) deliver Azerbaijani gas to Europe, thereby reducing the EU's dependence on Russia. Turkey earns transit fees and strengthens its geopolitical leverage.
- **Turk Stream Pipeline:** This Russian-backed pipeline (31.5 bcm/year) bypasses Ukraine, delivering gas directly to Turkey and Southeastern Europe. While increasing Turkey's role in gas transit, it also deepens energy ties with Moscow.
- **Energy Trading Hub Ambitions:** Turkey aims to establish a gas trading exchange in Istanbul, similar to Europe's Title Transfer Facility (TTF). This would allow it to set regional gas prices and attract international investors.

3. Renewable Energy and the Low-Carbon Transition

While fossil fuels dominate, Turkey is rapidly expanding renewables to meet its 2053 net-zero target:

- Hydropower: Already a primary source (30% of electricity), but vulnerable to droughts.
- Wind and Solar: Installed capacity has surged, with solar power exceeding 10 GW and wind reaching 11 GW (as of 2024). The YEKA (Renewable Energy Resource Zones) auctions have attracted significant investments.
- Energy Storage and Grid Modernisation: Investments in battery storage and smart grids are critical for managing intermittent renewable sources.

4. Challenges and Risks

Despite progress, Turkey faces several obstacles:

- Financing Constraints: High inflation and currency depreciation raise the cost of energy infrastructure projects.
- Geopolitical Tensions: Conflicts in the Eastern Mediterranean, relations with the EU, and dependence on Russian technology (e.g., nuclear, Turk Stream) create vulnerabilities.
- Global Energy Market Volatility: Fluctuating oil and gas prices, as well as Europe's shift away from Russian gas following the Ukraine war, impact Turkey's energy economics.
- Energy Efficiency and Electrification: The increasing demand for energy in both industrial and residential sectors necessitates stronger efficiency policies.

Conclusion

Turkey's energy strategy is ambitious but faces a delicate balancing act. While Black Sea gas and renewables reduce import dependency, geopolitical risks and financing issues persist. Success depends on sustained infrastructure investment, stable foreign policy, and adapting to the global energy transition. Turkey could emerge as a key energy hub if managed effectively, but missteps could expose it to supply disruptions and economic pressures.

REFERENCES

- Al-Sharir, A. A. (1995).** Design, fabricate, and install fixed offshore platforms in the Arabian Gulf.
- Al-Yafei, E. F. (2018).** *Sustainable design for offshore oil and gas platforms: a conceptual framework for topside facilities projects* (Doctoral dissertation, Heriot-Watt University).
- Anonymous. (2024a).** <https://www.cescenter.org/post/t%C3%BCrkiye-karadeniz-deki-enerji-kaynaklar%C4%B1na-odaklanarak-d%C4%B1%C5%9Fa-ba%C4%9F%C4%B1ml%C4%B1%C4%B1%C4%9F%C4%B1n%C4%B1-azalt%C4%B1yor>
- Anonymous. (2024b).** <https://kriterdergi.com/soylesi/enerji-ve-tabii-kaynaklar-bakani-fatih-donmez-karadenizden-cikacak-gaz- ihtiyaclarimizi-25-yil-karsilayacak>
- Anonymous. (2024c).** https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EIGM/tr/Raporlar/TUEP/T%C3%BCrkiye_Ulusal_Enerji_Plan%C4%B1.pdf
- Amaechi, C. V., Reda, A., Butler, H. O., Ja'e, I. A., & An, C. (2022).** Review on fixed and floating offshore structures. Part I: Types of platforms with some applications. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(8), 1074.
- Amiri, N., Shaterabadi, M., Reza Kashyzadeh, K., & Chizari, M. (2021).** A comprehensive review on design, monitoring, and failure in fixed offshore platforms. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(12), 1349.
- Austvik, O. G., & Rzayeva, G. (2017).** Turkey in the geopolitics of energy. *Energy Policy*, 107, 539-547.
- Bai, Y., & Bai, Q. (2018).** *Subsea engineering handbook*. Gulf Professional Publishing.
- Carter, J. H. T., & Foolen, J. (1983).** Evolutionary developments advancing the floating production, storage, and offloading concept. *Journal of Petroleum Technology*, 35(04), 695-700.
- Chakrabarti, S.K (2005).** *Handbook of Offshore Engineering*, 1st ed.; Elsevier: Plainfield, IL, USA; Volume 1.

- Çiloğlu, E & Yandı, İ (2024).** Sea passages and their importance for global maritime transport, UBCAK Congress.
- Chakrabarti, S. (2005).** *Handbook of Offshore Engineering (2-volume set)* (Vol. 1). Elsevier.
- Díaz, H., & Soares, C. G. (2020).** Review of the current status, technology and future trends of offshore wind farms. *Ocean Engineering*, 209, 107381.
- El-Reedy, M. A. (2019).** *Offshore structures: design, construction and maintenance*. Gulf Professional Publishing.
- Fu, F. (2018).** *Design and analysis of tall and complex structures*. Butterworth-Heinemann.
- Haritos, N. (2007).** Introduction to the analysis and design of offshore structures—An overview. *Electron. J. Struct. Eng. (eJSE)* 7, 55–65. Available online: <https://ejsei.com/EJSE/article/download/65/64> (accessed on 11 January 2024).
- Jaculli, M. A., Leira, B. J., Sangesland, S., Morooka, C. K., & Kiryu, P. O. (2023).** Dynamic response of a novel heave-compensated floating platform: Design considerations and the effects of mooring. *Ships and Offshore Structures*, 18(6), 787-797.
- Ladeira, I., Márquez, L., Echeverry, S., Le Sourne, H., & Rigo, P. (2023).** Review of methods to assess the structural response of offshore wind turbines subjected to ship impacts. *Ships and Offshore Structures*, 18(6), 755-774.
- Mathisen, J.; Rask, I.; Richer, J.-P.; et al. (1990).** Environmental forces of offshore structures: A state-of-the-art review. *Mar. Struct.* 1990, 3, 59–81. [CrossRef]
- Newport, A. (2021, June).** A Historical Review of Disconnectable Moorings for Ship-Shaped Floating Production Units. In *ISOPE International Ocean and Polar Engineering Conference* (pp. ISOPE-I). ISOPE.
- Söding, H.; Blok, J.J.; Chen, H.H.; Hagiwara, K.; Isaacson, M.; Jankowski, J.; Jefferys, E.R.; Sadeghi, K. (2013, November).** An overview on design, construction and installation of offshore template platforms suitable for Persian Gulf oil/gas fields. In *Proceedings of the First International Symposium on Engineering, Artificial Intelligence and Applications, Girne, Cyprus* (pp. 6-8).
- Sadeghi, K. (2008).** Significant guidance for design and construction of marine and offshore structures. *GAU Journal of Social & Applied Sciences*, 4(7), 65-92.
- Said Arınc, I. (2016).** Maintaining the energy security of Turkey in the era of geopolitical turmoil.
- TP-OTC. (2024).** <https://tp-otc.com/en/>
- Tmmob (2024).** https://www.tmmob.org.tr/sites/default/files/turkiyenin_denizlerdeki_hidrokarbon_arama_calismalari.pdf
- Udiad. (2024).** <https://udiad.org/turkiyenin-enerjide-disa-bagimlilik-azaltma>
- Yaycı, C. (2012).** Doğu Akdeniz’de deniz yetki alanlarının paylaşılması sorunu ve Türkiye. *Bilge Strateji*, 4(6). 1-70. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bs/>
- Zhao, X. L., Han, L. H., & Lu, H. (2010).** *Concrete-filled tubular members and connections*. CRC Press.
- Zhang, X., Zeng, R., Mu, K., Liu, X., Sun, X., & Li, H. (2019).** Exergetic and exergoeconomic evaluation of co-firing biomass gas with natural gas in CCHP system integrated with ground source heat pump. *Energy conversion and management*, 180, 622-640.

Why 'Killing an Arab'? Analyzing the Interplay of Media Representation and Music in State Behavior

Rihem MECHERİ

rihemmecheri@gmail.com; Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi,
Uluslararası İlişkiler Bölümü, Nevşehir / Türkiye.

Özet

Bu çalışma, müzik ve medyanın kimlik, aidiyet ve devlet davranışlarına dair anlayışları nasıl şekillendirdiğini, politik ve toplumsal anlam yüklü şarkıların nitel analizine dayanarak incelemektedir. Sosyal inşacılık ve postkolonyal kuramsal çerçevelerden yararlanılarak, müzikal metinlerin egemen anlatıları nasıl sorguladığı ve devlet ideolojilerinin simgesel gücünü nasıl ifşa ettiği ortaya konulmaktadır. Bu bağlamda, Camus'nün Yabancı adlı eserinden esinlenen The Cure'un Killing an Arab adlı parçası, "öteki"nin yabancılaştırılması ve insanlıktan çıkarılması süreçlerini eleştirel bir bakışla ele almaktadır. Colonel Bagshot'un Six Day War, Médine'in Heureux comme un Arabe en France, Billy Joel'in We Didn't Start the Fire ve Mark Lanegan'ın Night Flight to Kabul gibi şarkılar ise sömürge mirası, dışlanma ve tarihsel hafıza temalarına odaklanmaktadır. Bu eserler, müziğin hem toplumsal hoşnutsuzluğu yansıtan hem de devlet, meşruiyet ve ilerleme kavramlarını sarsıcı biçimde sorgulayan ikili işlevini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Müzik ve Siyaset , Ötekileştirme ve İnsanlıktan Çıkarma , Yumuşak Güç , Medya Temsili , Devlet Davranışı.

Abstract

This study examines how music and media shape understandings of identity, belonging, and state behavior through a qualitative analysis of politically and socially charged songs. Drawing on social constructivist and post-colonial frameworks, it explores how musical texts challenge dominant narratives and expose the symbolic power of state ideologies. Central to this inquiry is The Cure's Killing an Arab, inspired by Camus' 'The Stranger', which critiques cultural processes that alienate and dehumanize the "Other." Additional songs—such as Colonel Bagshot's Six Day War, Médine's Heureux comme un Arabe en France, Billy Joel's We Didn't Start the Fire, and Mark Lanegan's Night Flight to Kabul—address themes of colonial legacies, exclusion, and historical memory. Together, these works highlight music's dual role: as both a reflection of social unrest and a disruptive force that questions ideas of statehood, power, and legitimacy, while revealing the enduring impact of colonialism and ideological disillusionment in Western narratives.

Keywords: Music and Politics , Dehumanization and the "Other" , Soft Power , Media Representation , State Behaviour

INTRODUCTION

The phrase “*I’m alive / I’m dead / I’m the stranger / Killing an Arab*” (*The Cure*, 1978) echoes across time and space, rooted in Albert Camus’ “The Stranger” and transformed into a sonic meditation on identity, violence, and alienation. In the song’s surreal stillness—a gun raised on a sunlit beach—the act depicted is not one of conventional warfare, but a metaphorical erasure: of identity, of meaning, of the “Other.” In this context, the Arab body becomes a reflective surface, through which the Western subject confronts its own estrangement. This paper interrogates how such moments, when set to music and mediated through culture, become transhistorical commentaries shaped by the residual tremors of empire, racial politics, and ideological exhaustion.

This study asks: *Why Killing an Arab?* And more broadly, what can music—as an emotive, culturally embedded, and highly mediatized artifact—reveal about how states behave, legitimize violence, and construct identities? Anchored in social constructivist and post-colonial frameworks, this research contends that songs function not only as expressive reactions to political climates but as active agents in shaping collective memory, identity, and global imagination. The analysis includes songs such as *Colonel Bagshot’s Six Day War*, *Médine’s Heureux comme un Arabe en France*, *Billy Joel’s We Didn’t Start the Fire*, and *Mark Lanegan’s Night Flight to Kabul*. Each musical text unpacks themes of colonial legacy, selective memory, aestheticized violence, and the symbolic power underpinning state narratives.

Through Médine’s ironic subversion—“*Heureux comme un Arabe en France*”—we are invited to confront France’s unresolved colonial past and ongoing exclusion of its diasporic citizens. His lyrics, alongside Lanegan’s melancholic reflections on interventionist geopolitics, expose the intimate fractures within post-colonial identities. Constructivist theory posits that identities are socially produced rather than pre-given (Wendt, 1999; Hall, 1990). This epistemological lens foregrounds the processes by which meaning is constructed, positioning music as a discursive site of contestation. In turn, post-colonial critique reveals who gets to construct these meanings—and whose identities are misrepresented, erased, or instrumentalized in the process (Said, 1978; Spivak, 1988; Bhabha, 1994).

Thus, this study positions music not as entertainment but as soft power (Nye, 2004)—a vehicle for either reinforcing or resisting dominant narratives. From Billy Joel’s anxious nostalgia to Médine’s assertive critique, each song offers a lens through which to reassess how nation-states mythologize themselves. Ultimately, by listening critically to these cultural artifacts, we may uncover the symbolic foundations of international relations—and the silenced voices hidden beneath them.

METHOD

This study adopts a qualitative content analysis approach to explore how music functions as a site of ideological production, resistance, and representation within international relations. Qualitative content analysis was chosen due to its capacity to interpret textual and symbolic meanings embedded in cultural artifacts, allowing for a nuanced reading of lyrics, narratives, and metaphors within their sociopolitical context.

The research sample consists of five songs—*Killing an Arab* by The Cure, *Six Day War* by Colonel Bagshot, *Heureux comme un Arabe en France* by Médine, *We Didn't Start the Fire* by Billy Joel, and *Night Flight to Kabul* by Mark Lanegan. These songs were purposefully selected based on their explicit engagement with themes such as identity, colonial memory, national belonging, ideological violence, and state legitimacy. The selection aimed to achieve theoretical representativeness, aligning with the post-colonial and social constructivist lenses through which the study is framed. Data collection was carried out through close listening and textual analysis of song lyrics, as well as consultation of album liner notes, artist interviews, and public receptions in media outlets where available. This allowed for the triangulation of lyrical interpretation with the artists' intended messages and the songs' broader cultural circulation.

FINDINGS

Killing an Arab: The Cure's song, inspired by Albert Camus' *The Stranger* (1942), metaphorically explores the existential detachment at the heart of Western identity by reflecting the alienation and dehumanization of the "Other." The protagonist's dispassionate killing of an Arab mirrors a metaphysical loss of meaning, where the "Other" becomes a projection surface for Western anxieties (Camus, 1942). Post-colonial theorists like Edward Said (1978) and Frantz Fanon (1952) emphasize that such representations perpetuate epistemic violence and symbolic dominance. The song highlights the dual role of media and art in both reinforcing and challenging dominant ideologies. It illustrates Said's concept of Orientalism, where the East becomes an abstract space for Western self-definition, and Fanon's claim that identity is constructed through colonial oppositions. **Six Day War:** Colonel Bagshot's track critiques sanitized portrayals of conflict, especially those surrounding the 1967 Arab-Israeli War. The "seventh day" metaphor suggests that post-conflict representations in Western media reduce human suffering to spectacle, effectively desensitizing the public. Said's (1978) Orientalism and Fanon's (1961) critiques of colonial violence explain how interventions are morally justified while obscuring their imperial roots. The song reveals the ideological work performed by media, echoing Anderson's (1983) concept of "imagined communities," wherein national narratives exclude certain populations by aestheticizing violence and omitting context. It asks not just what war does, but how we are trained to see it. **Heureux comme un Arabe en France:** Médine's song challenges the illusion of egalitarianism in the French Republic by exposing the systemic marginalization of postcolonial subjects. The phrase, originally meant to convey comfort, becomes bitterly ironic. Drawing on Fanon's (1952) "epidermalization of inferiority" and Bhabha's (1994) concept of hybridity, Médine articulates the tension between formal citizenship and lived exclusion. His lyrics critique demographic paranoia, meritocratic myths, and racialized labor economies. He also exposes France's selective enforcement of secularism—echoing Spivak's (1988) notion of "epistemic violence," in which marginalized voices are silenced under the guise of neutrality. His work represents a form of cultural resistance and reclamation of narrative agency.

Night Flight to Kabul: Mark Lanegan's "Night Flight to Kabul" presents Kabul not as a geographic location but as a discursive space shaped by Western imperial fantasy. The lyrics mock the idea of Afghanistan as a site of ideological or resource-based conquest. Echoing Said (1978) and Mbembe (2000), the song critiques the West's self-serving moral narratives. It frames Kabul as a symbol of post-9/11

disillusionment and critiques soft power's dark underside. The reference to "Holy Americans singing vespers" parodies the sanctification of imperialism, while the depiction of emotional fragmentation resonates with Fanon's analysis of psychological trauma induced by colonial violence. **We Didn't Start the Fire:** Billy Joel's song catalogs key political, cultural, and social events from post-WWII America, portraying a chaotic and cyclical history. It underscores the constructedness of American identity and mythologies of progress. Anderson's (1983) idea that nations are socially constructed through shared narratives is evident here, as is Hall's (1990) notion of cultural identity as historically situated and subject to rupture. Joel's barrage of references creates a sense of historical inevitability, but his refrain—"we didn't start the fire"—simultaneously absolves and implicates the listener. The song functions as a cultural archive, exposing both the continuity and fragility of American self-perception, and challenging the coherence of the American Dream.

CONCLUSION AND DISCUSSION

This study has examined how music operates not merely as entertainment but as a discursive battlefield where identity, power, and memory are contested. Through the theoretical lenses of post-colonialism and social constructivism, the selected songs demonstrate that musical texts participate in shaping the ideological narratives that sustain or subvert state behavior and national identity. Each song under analysis—whether satirical, mournful, defiant, or reflective—serves as a powerful counter-narrative to hegemonic representations of state legitimacy and cultural universality.

One of the central insights of this inquiry is that music acts as a form of **soft power**, not only for states seeking to promote national image, but also for marginalized communities striving to be heard. As *Joseph Nye (2004)* argues, soft power is the ability to influence others through attraction rather than coercion. While governments have historically used music and media to project an idealized image of their values, the songs analyzed here reveal that soft power can also be wielded *against* the state—through dissent, irony, and disruption.

In "*Heureux comme un Arabe en France*," Médine masterfully weaponizes irony to expose the contradictions of the French Republic:

"Quand j'étais petit, j'avais pas le droit de parler aux étrangers / Aujourd'hui, je suis un étranger qui n'a plus le droit de parler"

When I was little, I wasn't allowed to talk to strangers / Today, I'm a stranger who no longer has the right to speak

This line encapsulates the post-colonial alienation that many racialized French citizens experience: silenced in childhood by protective fear, and silenced in adulthood by systemic exclusion. It exemplifies what Bhabha (1994) describes as the "unhomely condition"—being physically within the nation but symbolically exiled from it.

Similarly, Médine's lyric:

“En vrai, c'est nous les taches invisibles / C'est nous les infirmières et les toubibs / C'est nous les éboueurs, les boulangers”

In truth, we are the invisible stains / We are the nurses and the doctors / We are the street sweepers, the bakers

...highlights the **epidermalization of inferiority** (Fanon, 1952), whereby immigrant labor sustains the republic while remaining politically and culturally unrecognized. These lyrics evoke Achille Mbembe's (2000) notion of the post-colony: a structure in which the formerly colonized are economically indispensable yet perpetually othered.

The question of national identity in France has long revolved around an uneasy tension between universalism and exclusion. The Dreyfus Affair (1894–1906) remains one of the most emblematic episodes in French history for revealing this tension. Captain Alfred Dreyfus, a Jewish officer wrongfully accused of treason, became a symbol of the limits of republican equality. As Fulcher (1999) explains, Dreyfus was not excluded for what he did, but for what he represented—an “outsider” within a nation that claimed not to see difference.

More than a century later, Médine's “Heureux comme un Arabe en France” reopens the same fault lines. The title itself—Happy as an Arab in France—is a caustic inversion of the old saying “heureux comme un roi en France” (happy as a king in France). Médine's satire interrogates the myth of laïcité and colorblindness, suggesting that France's universal ideals are frequently weaponized to silence or marginalize racialized citizens.

In juxtaposing Médine with Dreyfus, this study highlights the continuity in France's national anxiety over who belongs. As Lazzaro (2024) notes, the musical establishment during the Dreyfus era became polarized along political lines. Nationalists sought to purify “French” music from foreign influences, while republicans supported pluralism. Today, Médine's rap inhabits the same ideological battleground. His lyrics are dismissed by some as anti-French, even though they invoke the very republican ideals France claims to cherish.

The line:

“C'est pas d'l'anti-France, ni une ligne de défense / Les rêves brisés d'mes parents m'ont rendu méfiant / J'veux qu'on m'voit comme ambassadeur, pas comme un conquérant.”

This isn't anti-France, nor a line of defense / My parents 'broken dreams made me suspicious / I want to be seen as an ambassador, not as a conqueror....is a direct confrontation with the republican double standard. Médine positions himself not as a threat, but as a bridge between identities. His declaration evokes Bhabha's (1994) concept of hybridity, where cultural subjects exist in the “third space”—not fully one or the other, but something new. Yet, as Bhabha also notes, hybridity often provokes fear in national projects obsessed with purity and cohesion. In both Dreyfus and Médine, we see that Frenchness remains conditional, not universal. For Dreyfus, it was Jewishness; for Médine, it is Arabness. What unites them is the experience of being rendered perpetually foreign—unassimilable despite legal citizenship, cultural contribution, and national loyalty.

To ask “Who gets to be French?” is thus to ask “Whose voice counts?” In Médine’s France, the banlieue is not just a geographic space—it is a symbolic frontier where the nation’s commitment to égalité, liberté, and fraternité is continuously tested—and often found wanting.

In “*Night Flight to Kabul*,” Mark Lanegan offers a devastating meditation on the aftermath of imperial intervention:

“Holy Americans singing vespers / Convinced that they control somebody’s fate”

Here, the sanctimony of Western foreign policy is stripped bare. The lyric recalls Edward Said’s (1978) critique of Orientalism, wherein the East is rendered passive, unknowable, and in need of salvation. Lanegan’s imagery of “**reptilian states**” and “**hooves**” dehumanizes imperial actors themselves, showing how the violence of war degrades not only its victims but its perpetrators.

Billy Joel’s “*We Didn’t Start the Fire*” presents a different mode of resistance—historical overwhelm. The relentless pace and accumulation of references reflect what Anderson (1983) calls the “imagined community” of the nation-state. Yet, Joel’s refrain:

“We didn’t start the fire / It was always burning, since the world’s been turning”

...functions as a generational disclaimer and a critique of historical determinism. The song positions individuals as shaped by a long lineage of crises, underscoring how identity is inherited as much as it is constructed. Joel invites reflection not only on the American mythos but on the **unavoidable entanglement** of personal and political memory.

The Cure’s “*Killing an Arab*”, meanwhile, stands as a case of **discursive ambivalence**. Inspired by Camus’ *The Stranger*, it explores existential detachment, but its title—misread outside its literary context—has been used to justify racist narratives. This duality exemplifies Spivak’s (1988) theory of the “subaltern,” where dominant discourse can subsume and distort the voices it seeks to represent. Whether the song critiques or inadvertently reinscribes dehumanization depends on the listener’s positionality.

Colonel Bagshot’s “*Six Day War*” presents a striking re-evaluation of modern conflict, power, and collective memory. By focusing on the temporal framing of the conflict—Though the war has “ended,” the violence it set into motion—occupation, displacement, imperial legacies—continues. The lyric thus becomes an entry point into what Fanon (1961) called the afterlives of decolonization: the war is “over” only in headlines, not in reality. The Six-Day War (1967), widely hailed in the West as a surgical and victorious operation by Israel, left in its wake the long-term occupation of Palestinian territories and geopolitical instability that persists to this day. The song critiques not the military action itself, but how swiftly violence becomes normalized or erased from public consciousness.

The notion that a war can be concluded cleanly by the seventh day is what Edward Said (1978) would consider a product of Orientalist representation: a Western desire to reduce the complexities of Eastern conflicts to moral binaries, quick victories, and digestible narratives. As Said emphasized, the East is often framed in Western discourse as a chaotic backdrop upon which the West can act heroically. Colonel Bagshot subverts this by showing how the language of finality (“the war was over”) is hollow when compared to the enduring suffering it masks.

The repetitive cadence of the song—each verse beginning with a new day of war—mirrors the acceleration of conflict and the desensitization that follows. Yet the final line is jarringly calm. The war “ended,” but nothing feels resolved. This juxtaposition evokes Baudrillard’s (1991) observation that modern conflict is increasingly experienced as simulation—something that appears to end, even as its consequences deepen invisibly.

Moreover, the absence of any moral or emotional resolution in the lyric points to a critique of Western spectatorship. While bombs fall, and territories are seized, the global public is fed a narrative of finality: war begins, war ends, order is restored. The “seventh day” becomes a metaphor not for divine closure, but for ideological amnesia.

This research has demonstrated that music is an indispensable lens for analyzing state behavior, identity formation, and the politics of representation. Drawing from post-colonial and constructivist theories, it has shown that songs are not passive reflections of political reality but active participants in shaping ideological struggle.

Whether through Médine’s biting irony, Joel’s generational chronicle, or Lanegan’s haunted resignation, these songs foreground the symbolic violence and resistance embedded in cultural production. They reveal how state power is exercised not only through policy or force, but through the stories nations tell—and suppress—about themselves. These songs do not just reflect power; they perform it, challenge it, and sometimes rewrite its script.

Ultimately, this study calls for a more serious engagement with cultural texts in international relations and political theory. As long as the structures of exclusion, colonial memory, and ideological control remain intact, music will remain one of the loudest forms of dissent. In the words of Médine:

“Cousine, enlève bien ton hijab avant de rentrer au lycée / Car la France jusqu'à ce qu'elle nous aime, on va la recréoliser”

Cousin, make sure to take off your hijab before entering school / Because until France learns to love us, we’re going to recreolize it

This is not a plea for assimilation, but a manifesto of reimagined identity—one that refuses erasure and insists on the right to belong, on one’s own terms.

BIBLIOGRAPHY

Anderson, Benedict. 1983. *Imagined Communities: Reflections on the Origin and Spread of Nationalism*. London: Verso.

Bhabha, Homi K. 1994. *The Location of Culture*. London: Routledge.

Camus, Albert. 1942. *The Stranger*. Translated by Matthew Ward. New York: Vintage International, 1988.

Colonel Bagshot. 1971. “Six Day War.” *On Oh! What a Lovely War*. Parlophone.

Fanon, Frantz. 1952. *Peau noire, masques blancs*. Paris: Éditions du Seuil.

Fanon, Frantz. 1961. *Les Damnés de la Terre*. Paris: Éditions François Maspero.

Fulcher, Jane F. 1999. *French Cultural Politics and Music: From the Dreyfus Affair to the First World War*. Oxford: Oxford University Press.

Glissant, Édouard. 1997. *Poetics of Relation*. Ann Arbor: University of Michigan Press.

Hall, Stuart. 1990. "Cultural Identity and Diaspora." In *Identity: Community, Culture, Difference*, edited by Jonathan Rutherford, 222–237. London: Lawrence & Wishart.

Joel, Billy. 1989. "We Didn't Start the Fire." On *Storm Front*. Columbia Records.

Lanegan, Mark. 2019. "Night Flight to Kabul." On *Somebody's Knocking*. Heavenly Recordings / Ipecac Recordings.

Lazzaro, Federico. 2024. "Paris and the Nation's Politics." In *Debussy in Context*, edited by Simon Trezise, 16–24. Cambridge: Cambridge University Press.

Mbembe, Achille. 2000. *De la postcolonie: Essai sur l'imaginaire politique dans l'Afrique contemporaine*. Paris: Karthala.

Médine. 2022. "Heureux comme un Arabe en France." On *Médine France*. Din Records.

Médine. 2022. "La France au rap français." On *Médine France*. Din Records.

Médine. 2022. "Médine France." On *Médine France*. Din Records.

Nye, Joseph S. 2004. *Soft Power: The Means to Success in World Politics*. New York: PublicAffairs.

Said, Edward W. 1978. *Orientalism*. New York: Pantheon Books.

Shohat, Ella, and Robert Stam. 1994. *Unthinking Eurocentrism: Multiculturalism and the Media*. London: Routledge.

Spivak, Gayatri Chakravorty. 1988. "Can the Subaltern Speak?" In *Marxism and the Interpretation of Culture*, edited by Cary Nelson and Lawrence Grossberg, 271–313. Urbana: University of Illinois Press.

Storey, John. 2018. *Cultural Theory and Popular Culture: An Introduction*. 8th ed. London: Routledge.

The Cure. 1979. "Killing an Arab." On *Boys Don't Cry*. Fiction Records.

Yukarıç, Umut, and Ceren Gürseler, eds. 2023. *Uluslararası İlişkileri Dinlemek: Uluslararası İlişkiler ve Müzik*. İstanbul: Nika Yayınevi.

King Oedipus as an Immortal Ideal Tragic Hero

Fikriye HALILOĞLU

haliloglufikriye@gmail.com; Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İngiliz Dili ve Edebiyatı Bölümü, Türkiye.

Özet

Kaderi daha doğmadan belirlenmiş olan Oidipus'un talihsiz hikayesi, kaderin değişmez yasasına direnmenin boşuna olduğuna inananlar için mükemmel bir örnek teşkil eder. Kral Oidipus , hikayesi uzak geçmişten yakın geleceğe kadar okuyucuları etkileyen zamansız bir edebi karakterdir. Hikayesi, ne kadar uğraşırsanız uğraşın kaderinizi değiştiremeyeceğinizi vurgular. O zamanlar tanrıların ne kadar etkili olduğunu düşündüğümüzde, bu kaderci görüşü görmezden gelmek zordur. Ancak, Oidipus bugün aynı kaderi yaşasaydı, trajik bir kahraman olarak statüsü değişebilirdi. Bu çalışma, Sofokles'in *Kral Oidipus*'unun, tarihin en etkili filozoflarından biri olarak kabul edilen Aristoteles'in öne sürdüğü trajik kahraman modeline uyup uymadığını araştırmaktadır. Sonuç olarak, bu çalışma *Kral Oidipus*'un Aristoteles'in trajik kahraman arketipini tam olarak temsil ettiğini ve *İdeal Trajik Kahraman* unvanını fazlasıyla hak ettiğini ileri sürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aristoteles, Kral Oidipus, trajedi, ideal trajik kahraman

Abstract

The unfortunate story of Oedipus, whose destiny was set before his birth, serves as a prime example for those who believe that resisting the unchangeable law of fate is futile. King Oedipus is a timeless character in literature whose story impacts readers from the distant past to the near future. His story stresses that you can't change your fate, no matter how hard you try. Considering how influential the gods were back then, it's difficult to ignore this fatalistic view. However, if Oedipus encountered the same fate today, his status as a tragic hero might change. This study looks into whether Sophocles' *King Oedipus* fits the tragic hero model created by Aristotle, who is considered one of the most influential philosophers in history. Finally, this study asserts that *King Oedipus* fully embodies Aristotle's tragic hero archetype and highly deserves the title of *The Ideal Tragic Hero*.

Keywords: Aristotle, King Oedipus, tragedy, ideal tragic hero

INTRODUCTION

The question, whether the destiny is predetermined by a divine or supernatural power who is responsible for what happens, or destiny is shaped by the individual's free will, has been discussed throughout the years. Some believe that whatever one is destined to live happens, so it is useless and impossible to resist your fate, while others think that one's free will is effective in whatever s/he lives.

The tragic life of Oedipus, which was predetermined before he was born, may be used as a prime example by those who support the notion that fighting against the unchangeable law of fate is pointless. Oedipus Rex, whose story has travelled from the very distant past to a very close present with some special touch on readers, is one of the immortal figures of literature and his story strengthens the belief that however you try to force against your fate, you cannot direct your will and strength to change it. Considering that the gods were very influential at that time, we cannot deny this fatalist understanding, but if Oedipus had suffered the same fate today, he would not have been the same tragic hero as he was years ago.

In this study, I intended to shed some light on the traits of a tragic hero in ancient Greek tragedy referring to the Sophocles' *Oedipus Rex*. Before drawing the features of a tragic hero, I would like to start with a brief definition of the terms 'tragedy' and 'tragic hero' that I think will be useful to deal with the topic as a whole.

Because "Aristotle's *Poetics* was the first attempt to define the characteristics of tragedy as practised by Sophocles and others..."¹, and Aristotle was a great admirer of Sophocles' *Oedipus Rex*, which best fits his definition of tragedy, I will mostly be referring to *Poetics* through my study while depicting the characteristics of a tragic hero.

1. What is Tragedy?

As it is defined in *Oxford Concise Companion to English Literature* dictionary, **tragedy** is "A dramatic (or, by extension, narrative) work in which events move to a fatal or disastrous conclusion for the protagonist, whose potential greatness is cruelly wasted through error or the mysterious workings of fate."

¹ The very aim of tragedy is missing in this definition, according to Aristotle the aim of tragedy "is to bring about a "catharsis" of the spectators — to arouse in them sensations of pity and fear, and to purge them of these emotions so that they leave the theatre feeling cleansed and uplifted, with a heightened understanding

¹<https://www.oxfordreference.com/search?btog=chap&isQuickSearch=true&pageSize=20&q=tragedy&sort=relevance>

of the ways of gods amen. This catharsis is brought about by witnessing some disastrous and moving change in the fortunes of the drama's protagonist".²

From the definition we can easily understand that *the character* and *his fortune* play a great role in the course of a tragedy. In Aristotle's ranking of the six most important elements of tragedy, 'character' (tragic hero) comes as the second just after the plot: "According to Aristotle, tragedy has six main elements: plot, character, diction, thought, spectacle (scenic effect), and song (music), of which the first two are primary."² Aristotle emphasizes the significance of plot as he thinks tragedy "is the imitation of action that is serious and , also having magnitude , complete in itself; ..." (Grube 1958:26-30). Therefore, he devotes most of his *Poetics* on the discussion of the structure of an ideal tragic plot and "has relatively less to say about the tragic hero because the incidents of tragedy are often beyond the hero's control or not closely related to his personality."² Nevertheless, he ranks *the character* as the second important element of tragedy and has much more to say about the tragic hero than any other scholar.

2. What is Tragic Hero?

This study will focus on the traits of "a tragic hero" rather than "the tragic hero" as a literary device. However, the term tragic hero, either as a device or as a character are so embedded with each other that I will try to give the characteristics of *Oedipus* as a tragic protagonist, created to fulfil the aim of tragic hero as a device. In order to understand the relationship between the terms it will be useful to look at their dictionary meaning:

"Tragic hero is a literary device utilized to create a protagonist for a tragic work of literature. A tragic hero is a character that represents the consequences that come from possessing one or more personal flaws or being doomed by a particular fate. Traditionally, the purpose of tragic hero as a literary device is to evoke pity and/or fear in an audience through the protagonist's flaw and consequential downfall".³

Now let's look at the meaning of the term 'a tragic hero' under Aristotle's gaze:

Accordingly, Aristotle says that the tragic hero will most effectively evoke both our pity and terror if he is neither thoroughly good nor thoroughly bad but a mixture of both; and also that this tragic effect will be stronger if the hero is "better than we are," in the sense that he is of higher than ordinary moral worth. Such a man is exhibited as suffering a change in fortune from happiness to misery because of his mistaken choice of an action, to which he is led by his hamartia—his "error" or "mistake of judgment" or, as it is often, although misleadingly and less literally translated, his tragic flaw. (One common form of hamartia in Greek tragedies was hubris, that "pride" or overweening self-confidence which leads a protagonist to disregard a divine

² <https://www.cliffsnotes.com/literature/a/agamemnon-the-choepori-and-the-eumenides/critical-essay/aristotle-on-tragedy#>

³ <https://literarydevices.net/tragic-hero/>

warning or to violate an important moral law.) The tragic hero, accordingly, moves us to pity because, since he is not an evil man, his misfortune is greater than he deserves; but he moves us also to fear, because we recognize similar possibilities of error in our own lesser and fallible selves. (Abrams 1981:202)

H. G. Mullens sums up Aristotle's 'recipe' for a tragic hero in his essay *Aristotle and The Tragic Spirit*: "It may be summed up in three points:

1. He is no better than other man in virtue and justice.
2. He falls into misfortune not through vice or baseness but ἀμαρτία [by some error or frailty]
3. He is a man of good position and reputation, and he is prosperous."

(Mullens1938:149-155).

This recipe gives the essence of the characteristics of a tragic hero. So, I will use it from now on and exemplify the steps referring to the play *Oedipus Rex* to see whether *Oedipus* as a tragic hero suits them or not.

3. Oedipus Rex as an Ideal Tragic Hero

"If we give ourselves up to a full sympathy with the hero, there is no question that the Oedipus Rex fulfils the function of a tragedy and arouses fear and pity in the highest degree." (Barstow 1912:2-4). The very question is "how does Oedipus comply with the Aristotelian requirements for a tragic hero?" (Mullens1938:149-155).

3.1. He is no better than other man in virtue and justice.

As it is stated by Mullens, Aristotle's first point is that a tragic hero is no better than other man in virtue and justice:

The tragic hero must not be pre-eminent in virtue and righteousness; otherwise, he would be too far removed from life. In fact, he would not be a man at all. There would not be the struggle of good finding itself, because perfection of virtue or righteousness would have no growth. It would be static and dead, or any rate quite beyond human sympathy While he must be great as an individual, he must not be merely individual. The tragic hero is the artistic expression of a universal principle. Therefore, though he must appeal to each of us as a person, he must be wider than any one of us, great enough to contain all humanity, great enough to be an opponent of the universal principle. He therefore must go as a king among men, actually as well as metaphorically. In a simple age and an aristocratic society great men are really great. They can easily be idealized by the common herd. And so the tragic stage is filled with kings and queens, great generals and councillors, heroes and demi-gods. When one man is as good as another this is impossible. (1938:149-155)

Oedipus suits the very definition above; he is true to life, but he is greater than any other men. He has some strengths and weaknesses as all humans have, yet he is a beloved king of Thebes. He is the smartest man

as he is the only person to solve the Sphinx's riddle, thus saving the people of Thebes from Sphinx. However, as Barstow writes

[he] has no clear vision which enables him to examine every side of a matter with unclouded eyes, and to see all things in due perspective; nor has he a calm wisdom which is always master of his passions. Oedipus can see but one side of a matter-too often he sees that wrongly-and it is his fashion immediately to act upon such half-knowledge, at the dictates, not of his reason at all, but of the first feeling which happens to come uppermost. His is no deliberate vice, no choice of a wrong purpose. His purposes are good. His emotions, his thoughts, even his errors, have an ardent generosity which stirs our deepest sympathy. But his nature is plainly imperfect, as Aristotle says the nature of a tragic hero should be... (1912:2-4).

For example, when a drunken man says that his parents Polybus and Merope, are not his biological parents, he is so affected that he cannot think anything else. Then he goes to Delphi to learn the truth, yet he learns the prophecy that he will kill his father and will get married to his mother. Although he is a smart man, he immediately believes the oracle without questioning and leaves his town immediately not to make the prophecy come true. It is this curiosity and rashness that throws him into the fate's lap.

3.2. He falls into misfortune not through vice or baseness but *ἀμαρτία* [some error or frailty]

In the *Poetics* another feature of an ideal tragic hero is described to be “not completely under the guidance of true reason, but as falling through some great error or flaw of character, rather than through vice or depravity,” which is called *ἀμαρτία* in Greek and **hamartia** in English (Barstow 1912:2-4). “Aristotle introduced the term casually in the *Poetics* in describing the tragic hero as a man of noble rank and nature whose misfortune is not brought about by villainy but by some “error of judgment” (hamartia). This imperfection later came to be interpreted as a moral flaw....”⁴

Some scholars claim that Oedipus suits this definition as a tragic hero because

They have accordingly gone over the play with a microscope looking for moral faults in Oedipus and have duly found them-for neither here nor anywhere else did Sophocles portray that insipid and unlikely character, the man of perfect virtue. Oedipus, they point out, is proud and over-confident; he harbours unjustified suspicions against Teiresias and Creon; in one place he goes so far as to express some uncertainty about the truth of oracles.” (Dodds 1966:37-39)

For instance, Marjorie Barstow, in his essay *Oedipus Rex as the Ideal Tragic Hero of Aristotle* points out that Oedipus acts hastily, fails to listen to others and these uncontrollable emotions and his rashness prepares his tragic end:

The play of Sophocles is concerned with the complication of the rash hero's mistakes; this complication, which is suddenly untangled by the words of the old Herdsman, forms the last chapter in the tragic career of Oedipus. In the first scene the land is blasted by a great dearth. Old men, young men, and children have come as suppliants to the king, seeking deliverance from this great evil. Oedipus appears, generous, high-minded, and prompt to act, as ever. When Creon brings the message of Apollo, that the slayer of Laius must be cast out of the land, he immediately invokes a

⁴ <https://www.britannica.com/art/hamartia>

mighty curse upon the murderer, and we thrill with pity and fear as we see the noble king calling down upon his own head a doom so terrible. His unthinking haste furnishes the first thread in the complication which the dramatist so closely weaves. Teiresias enters. When Oedipus has forced from his unwilling lips the dreadful words, 'Thou art the accursed defiler of the land', he forgets everything else in his anger at what he deems a taunt of the old prophet and entangles a second thread of misunderstanding with the first. Still a third is added a moment later, when he indignantly accuses Creon of bribing Teiresias to speak those words. (Barstow 1912:2-4).

Some scholars, on the other hand, claim that Oedipus doesn't fit the title of hamartia because "Years before the action of the play begins, Oedipus was already an incestuous parricide; if that was a punishment for his unkind treatment of Creon, then the punishment preceded the crime which is surely an odd kind of justice" (Dodds 1966:37-39). Thomas S. KANE agrees this idea and says that "Oedipus cannot be made into the flawed hero whose suffering is justified by a wrong action wilfully chosen" (1975:16-20). So, as a tragic hero he doesn't satisfy the spirit of Aristotelean hamartia. KANE supports his idea in his article *Human Suffering and Divine Justice in the "Oedipus Rex"* as follows:

To me it seems hardly adequate to treat Oedipus as a moral subtle variation of the flawed hero Sophocles drew so clearly in the Creon of *Antigone*....If Oedipus acts quickly we need to remember that Thebes is dying. If Oedipus refuses to believe Tiresias, he has reason: he knows experientially that he never acted in concert with a band of highwaymen, yet that is who killed Laius. While Oedipus's conclusion that Tiresias must be lying is fallacious, it is hardly evidence of a paranoid refusal to listen. Nor are his threats against Tiresias and Creon the tantrums of a tyrant. His suspicions are based on a reasoned conclusion: that the two are cleverly turning against him a plot hatched years before to assassinate Laius. The hypothesis of a criminal conspiracy is wrong. Still, it explains a number of odd facts and, given the incompleteness of Oedipus' information, is both ingenious and rational. (1974:16-20)

Those, who advocate the idea that Oedipus is not a flawed hero, also plays another card by asking *Could Oedipus have avoided his fate, and could he have been innocent not killing his father and sleeping with his mother?* The very answer they give is 'no'. Because "The oracle was unconditional: it did not say 'If you do so-and so you will kill your father'; it simply said, 'You will kill your father, you will sleep with your mother'. And what an oracle predicts is bound to happen. Oedipus does what he can to evade his destiny: he resolves never to see his supposed parents again. But it is quite certain from the first that his best efforts will be unavailing" (Dodds 1966:37-39). Oedipus tried his best to escape from the oracle, but he couldn't manage to do so. His father's disobedience brought ruin to both himself and his descendants. So, Oedipus is morally innocent as he is caught by the oracle, and nothing can make defence against the predetermined fate. Laius sinfully disobeyed and unfortunately his sin brought ruin to his family.

In my opinion, in this case, what Aristotle means by *hamartia* is of great importance. If he means by hamartia an undeliberate, a very humanly fault or error Oedipus suits the definition. because, I think his rashness, or his pride (as a king) are so humanly and insufficient errors that do not deserve a hard punishment. He is such a merciful king that he tries his best to fight off the plague and save his people. He

might not help his people and might enjoy his crown. He is not indifferent to the problems. If Aristotle means by *hamartia* some great error or flaw of the character that leads his tragic end, I feel that Oedipus doesn't fit such a definition as a tragic hero. Although he killed his father and slept with his mother, he had no deliberate intention to do so, conversely, he tried to escape from the oracle not to fulfil it. Though he judged Creon without evidence and denied the old prophet, he might have been true as he was the king and might have enemies. Nevertheless, he should have some shortcomings to make the tragedy reach its goal by arousing pity and fear.

3.3. He is a man of good position and reputation, and he is prosperous.

The last issue I want to focus on is the tragic hero's nobility; he must be one who is highly renowned and prosperous. In *Poetics* he is drawn as a man of good position and reputation: "There remains, then, the intermediate kind of personage a man not pre-eminently virtuous and just whose misfortune, however, is brought upon him not by vice or depravity but by some error of judgement, of the number of those in the enjoyment of great reputation and prosperity, e.g., Oedipus, Thyestes, and the men of similar families" (Reeves 1952: 172-188). Aristotle directly gives the name of Oedipus as an example of a highly renowned man of noble birth. Oedipus is actually the son of Laius and Jocasta, the King and Queen of Thebes. Thus, he has a noble birth; that is, his parents were themselves royalty. Oedipus also believes himself to be the son of Polybus and Merope, the King and Queen of Corinth. Again, Oedipus gains a second kind of nobility, although it is a false one. Finally, Oedipus earns royal respect at Thebes when he solves the riddle of the Sphinx as a reward for saving the city, Creon gives Oedipus reign over the city. Thus, Oedipus' nobility derives from various sources, and the audience develops a great respect and emotional devotion to him. If he was an ordinary man, his downfall wouldn't be as striking as possible. Audience feels pity because, although he has an illustrious family, he is a suffering human being who is flawed like them, they also feel fear since he is a man of better position than they are, and still he failed. So, what can they hope from life?

Therefore, it can be concluded that Oedipus' downfall from the top of nobility to the deep of morality serves as one of the chief elements arousing pity and fear on the audience, that is *catharsis*. In the online dictionary of Britannica *catharsis* is defined as "the purification or purgation of the emotions (especially pity and fear) primarily through art. In criticism, *catharsis* is a metaphor used by Aristotle in the *Poetics* to describe the effects of true tragedy on the spectator. The use is derived from the medical term *katharsis* (Greek: "purgation" or "purification"). Aristotle states that the purpose of tragedy is to arouse "terror and pity" and thereby effect the catharsis of these emotions."⁵. Oedipus' nobility and virtue provide the first step to reach

⁵ <https://www.britannica.com/art/catharsis-criticism>

catharsis, the very aim of tragedy. Following Aristotle, the audience respects the tragic hero as a better version of themselves so, feels pity and fear for him.

CONCLUSION

To conclude, we can briefly say that the tragic hero, drawn by Aristotle in Poetics, is a man who is not eminently good or just, but whose misfortune is brought about not by vice or depravity, but by some error or frailty (hamartia “tragic flaw”). He is a man of good position and reputation, which makes his downfall more tragic and gives way to catharsis. Oedipus fulfils these parameters that define the tragic hero. His dynamic and versatile character emotionally attracts the audience; his tragic errors force the audience to fear for him; and his excessive punishment arouses a great sense of pity on the audience. Although Sophocles wrote down Oedipus long before Aristotle built up his ideas, Oedipus suits Aristotle's definition with an amazing harmony. From an ancient past to a very close present, he has managed to survive with a special touch on readers and has been a rich source of criticism for scholars. Therefore, he can be labelled as an immortal tragic hero and highly deserves the title as *the ideal tragic hero*.

REFERENCES

1. Abrams, M. H. (1981). A Glossary of Literary Terms. Fourth Edition. United States: Holt, Rinehart and Winston (p.202)
2. Barstow, M. (1912). Oedipus Rex as the Ideal Tragic Hero of Aristotle. The Classical Weekly, 6(1), 2–4. <https://doi.org/10.2307/4386601>
3. Dodds, E. R. (1966). On Misunderstanding the “Oedipus Rex.” Greece & Rome, 13(1), 37–49. <http://www.jstor.org/stable/642354>
4. Grube, G. M. A. (1958). A Note on Aristotle’s Definition of Tragedy. Phoenix, 12(1), 26-30. <https://doi.org/10.2307/1086783>
5. KANE, T. S. (1975). HUMAN SUFFERING AND DIVINE JUSTICE IN THE “OEDIPUS REX.” CEA Critic, 37(2), 16–20. <http://www.jstor.org/stable/44378073>
6. Mullens, H. G. (1938). Oedipus and the Tragic Spirit. Greece & Rome, 7(21), 149–155. <http://www.jstor.org/stable/641873>
7. Reeves, C. H. (1952). The Aristotelian Concept of the Tragic Hero. The American Journal of Philology, 73(2), 172–188. <https://doi.org/10.2307/291812>

8. <https://www.oxfordreference.com/search?btog=chap&isQuickSearch=true&pageSize=20&q=tragedy&sort=relevance>
9. <https://www.cliffsnotes.com/literature/a/agamemnon-the-choeophori-and-the-eumenides/critical-essay/aristotle-on-tragedy#>
10. <https://literarydevices.net/tragic-hero/>
11. <https://www.britannica.com/art/hamartia>
12. <https://www.britannica.com/art/catharsis-criticism>

Slow Food Hareketi ve Sürdürülebilir Gastronomi Turizmi: Yeryüzü Pazarı Tarsus Örneği

Hasan GÜRKAN¹, Ahmet İsa TANER², Defne Su AKAR³, Gülbanu DAL⁴

¹hasangurkan74@gmail.com; Özel Bahçeşehir Koleji Tarsus Kampüsü Ortaokulu, Mersin/Türkiye.

²aitaner11042013@gmail.com; Özel Bahçeşehir Koleji Tarsus Kampüsü Ortaokulu, Mersin/Türkiye.

³defneakar3333@gmail.com; Özel Bahçeşehir Koleji Tarsus Kampüsü Ortaokulu, Mersin/Türkiye.

⁴gulbanidal374@gmail.com; Özel Bahçeşehir Koleji Tarsus Kampüsü Ortaokulu, Mersin/Türkiye.

Özet

Bu çalışmanın amacı Slow Food (Yavaş Yemek) hareketi ve sürdürülebilir gastronomi turizmi bağlamında “Slow Food Yeryüzü Pazarı Tarsus”u incelemektir. Araştırmanın evreni Tarsus’tan, çalışma grubu ise Slow Food Yeryüzü Pazarı Tarsus’ta yer alan on dört üreticiden oluşmaktadır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden görüşme (mülakat) tekniği kullanılmıştır. Bu doğrultuda veri toplamak amacıyla Yeryüzü Pazarı’nda faaliyet gösteren on dört üretici ile yapılan yüz yüze görüşmede yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Toplanan veriler betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre; Yeryüzü Pazarı Tarsus’un Slow Food ilkelerine uygun olarak hareket ettiği; pazarda plastik kullanılmadığı ve ürünlerin organik ve pestisitiz olduğu; Tarsus’un bir kısmı coğrafi işaretli ürünlerinin de içinde olduğu tüm yöresel ürünlerine tüketicilerce ilgi olduğu; pazarın Tarsus’un sürdürülebilir gastronomi turizmine katkı sağladığı ve pazarın yöresel ürün üreten kadın üreticilere istihdam sağladığı görülmüştür. Çalışmada ayrıca yöresel ürünlerin ve üreticilerin korunması, Tarsus’un sürdürülebilir gastronomi turizminin gelişmesi ve kadınların istihdamı konusunda merkezi ve yerel kuruluşlara yeni projeler geliştirmek ve üreticileri desteklemek amacıyla çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Slow Food, Sürdürülebilir Gastronomi Turizmi, Yeryüzü Pazarı, Tarsus.

Abstract

The aim of this study is to examine the “Slow Food Earth Market Tarsus” in the context of the Slow Food movement and sustainable gastronomy tourism. The universe of the research is from Tarsus, and the study group consists of fourteen producers are located from Slow Food Earth Market Tarsus. In this research, interview technique of qualitative research methods was used. In order to collect data from this direction, a semi-structured interview form was used in face-to-face interviews with fourteen producers operating in the Earth Market. The collected data were analyzed by using descriptive analysis method. According to the findings obtained; It was observed that the Earth Market Tarsus acts in accordance with the Slow Food principles; are that no plastic is used in the market and the products are organic and pesticide-free; that there are interests from consumers in all local products of Tarsus, some of which are geographically indicated; that the market contributes to the sustainable gastronomy tourism of Tarsus and that the market provides employment for women producers of local products. In this study, the aim is to give various suggestions which were made to the central and local institutions

to develop new projects and support producers with the protection of local products and producers, the development of sustainable gastronomy tourism in Tarsus and the employment of women.

Keywords: Slow Food, Sustainable Gastronomy, Tourism, Earth Market, Tarsus.

GİRİŞ

Günümüzde toplumların siyasal sistemleri, gündelik yaşamları, yeme-içme kültürü vb. pek çok şey küreselleşmenin etkisi altındadır. Sanayileşmenin hız kazanması, doğal çevrenin bozulmasını hızlandırmış ve buna bağlı olarak yerel ürünler ve hatta yerel üreticiler kaybolma tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır. Hatta bugün karşı karşıya olduğumuz çevre açmazları doğrudan doğruya kapitalist dünya ekonomisi içinde yaşanmasının bir sonucudur (Wallerstein, 2000, 95). Küreselleşmenin getirdiği ve “fast-food” olarak adlandırılan hızlı tüketim kültürü toplumların yaşam biçiminin önemli bir parçası haline gelmiştir. Hatta Rizter küreselleşmenin ve “fast food”un yemek kültürüne derin etkisini “McDonaldlaşma” olarak ifade etmektedir (Uysal, 2023, 271). “İyi, temiz ve adil gıda” sloganıyla hareket eden Slow Food, küreselleşme karşısında yok olma tehlikesi olan geleneksel ürünleri korumakla birlikte yerli üreticinin yoksullaşmasını da engellemekte ve onları yok olmaktan kurtarmayı amaçlamaktadır. Slow Food’un ortaya çıkışı konusuna ilişkin bilinen bir hikâye, Mart 1986’da İtalya’nın Roma kentinde, İspanyol Merdivenleri yakınlarında bir fast food restoranının açılmasının yaygın ulusal protestolara yol açmasıyla ortaya çıktığı yönündedir (Chrzan, 2004, 118; Huang vd. 2023, 160). Tarih ve kültür açısından bu kadar zengin bir yere homojenleşmenin bu sembolik gelişi, Carlo Petrini ve hareketin diğer kurucularını harekete geçme zamanının geldiğine ikna etmiş ve böylece Slow Food hareketi doğmuştur (Slow Food [SF], 2024). 1986 yılında Slow Food hareketini başlatan aktivistler, 3 Kasım 1987’de La Gola dergisinde bir Manifesto yayınlamışlar (Aliyeva ve Kurgun, 2021, 235) ve bu hareket Aralık 1989’da Paris’teki Opéra Comique’de uluslararası bir hareket haline gelmiştir (Petrini, 2003: 16’dan akt. Aliyeva ve Kurgun, 2021). Slow Food; biyolojik çeşitliliği ve doğal kaynakları ve geleneksel bölgeleri kültürel kimliklerinin bir kaynağı olarak korumak, iklim değişikliğiyle başa çıkmak, tarıma ve çiftçilere tarımsal gıda sistemindeki merkezi rollerini geri vermek ve herkesin kültürlere ve çevrelere saygılı, besin açısından zengin bir diyetle erişimini sağlamak için ekolojiyi bir temel taş olarak güvence sağlamaktadır SF (2024). Slow Food hareketi kapsamında yer alan vakıf ve projeler; biyoçeşitliliği sürdürme, yerel ürün ve üreticiyi koruma, üretici ve tüketiciyi bir araya getirme, aşçıların oluşturduğu iletişim ağının yapılandırılması ve Slow Food temelli eğitim gerçekleştirilmesinde önemli roller üstlenmektedir (Aliyeva ve Kurgun, 2021, 237).

Slow Food ve gastronomi birbiri ile doğrudan ilişkilidir. Gastro kelimesi, mide anlamına gelen “gastro” ve Yunanca bilgi veya hukuk anlamına gelen “gnomos” kelimelerinden türetilmekle birlikte gastronomi dışında, mutfak kelimesi ülke veya yer yemekleri, gıda, gıda hazırlama teknikleri olarak kullanılmaktadır (Kivela ve Crotts, 2006’dan akt. Özbay vd. 2023, 585). Günümüzde gastronomi; sadece lezzetli yiyecekleri üretmek, pişirmek değil aynı zamanda sebze ve meyvelerin doğranma şekillerini, yiyeceklerin pişirme tekniklerini, sunumlarını içeren ve ülke, bölge, yöre tarihini, coğrafi işaretlemelerini, tarımı, ekonomiyi, sanayiye ilgilendiren disiplinler arası bir alandır (Yılmaz ve Akman, 2018, 852).

Gastronomi turizmi birincil ve ikincil gıda üreticileri, yemek festivalleri, restoranlar ve yiyecek tadımı yapan veya seyahatin ana motivasyon kaynağı özel yiyecek üretimi yapan bölgeleri kapsayan ziyaretler olarak ifade edilmektedir (Hall ve Mitchell, 2001, 308’den akt. Altıntaş ve Hazarhun, 2020, 15). Sürdürülebilir gastronomi turizmi ise, yerel toplulukları ve yerel tarımı destekleyecek şekilde geliştirilen ve yönetilen turizm olarak adlandırılır (Yurtseven, 2011, 17). Bu durum, sürdürülebilir gastronomi turizmi

ile Slow Food'u yakın ilişki içerisine sokar. İçinde yaşadığımız dönemde kültürel değerler yeni dünya düzeni ile birlikte yok olmaya doğru terk edilmiş ve gelecek nesillere sürdürülebilirliği imkânsız hale bürünmüştür (Ercik ve Şahin-Perçin, 2022, 539). Son yıllarda gittikçe yaygınlaşan sürdürülebilir gastronomi turizmi ülkelerin ve bölgelerin gelişmesine önemli katkılar sunmaktadır. Dolayısıyla günümüzde destinasyonların sahip olduğu gastronomi değerleri; yerli ve yabancı turistler için çekim unsuru haline gelmiş ve destinasyonların tanıtımında önemli rol oynamaya başlamıştır (Altıntaş ve Hazarhun, 2020, 13).

Günümüzde Tarsus, gastronomi turizmi bakımından öne çıkan şehirlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Tarihsel süreçte birçok uygarlığa yerleşim yeri olan Tarsus, Anadolu'da kurulmuş en eski kentlerden biri olarak tarihi ve kültürel varlığını devam ettirmektedir (Ulutaş, 2012, 47). Tarsus nüfusunun büyük bir kısmını Türkmenler (Yörükler) ve Araplar oluşturmaktayken bu bölgede oldukça fazla sayıda Giritli, Rum ve Ermeni ailenin yaşadığı bilinmektedir. Etnik çeşitliliğin hayatın her alanında olduğu gibi bölge halkının beslenme alışkanlıkları ve mutfak kültürleri üzerinde de etkileri bulunmaktadır (Özbek ve Güzeler, 2022). Tarsus'un etnik çeşitliliği, mutfagına da yansımıştır. Tarsus'un da içinde bulunduğu Çukurova yöresi gastronomik ürünler bakımından oldukça zengindir. Mersin iline bağlı olan Tarsus'un pek çok ürünü coğrafi işaretli gastronomik ürünler listesinde yer almaktadır. Mersin ili coğrafi işaretli gastronomik ürünler ise aşağıdaki gibidir:

"Anamur muzı, Tarsus fındık lahmacunu, Tarsus Sarıulak zeytinyağı, Bozyazı kavutu, Tarsus şalgamı Mut kayısı (yaş sofralık), Tarsus beyazı üzüm (Topacık), Mersin tantunisi, Tarsus humusu, Tarsus Sarıulak zeytini, Silifke çileği, Mut zeytinyağı, Tarsus yayla bandırması, Erdemli muzı, Erdemli Lamas limonu, Mersin cezeryesi, Mersin kerebici, Tarsus kebabı, Silifke yoğurdu, Tarsus biberiyesi Gülнар kuş üzümü, Gezende eriği" (Özbek ve Güzeler, 2022).

Tarsus'ta Kubat Paşa Medresesi önünde iki haftada bir pazar günleri kurulan Slow Food Yeryüzü Pazarı'nda bu ürünlerin birçoğuna rastlamak olanaklıdır. Tarsus'taki Yeryüzü Pazarı'nın kuruluşuna giden süreçte Tarsus'ta önce "Preservation of Food Heritage of Tarsus" topluluğu (Tarsus'un Gıda Mirasının Korunması) kurulmuş ve ardından 2020 yılında Yavaş Yemek hareketinin bir ağı olan Yeryüzü Pazarı'na katılım sağlanmaya başlanmıştır (Önkol, 2023).

Slow Food Hareketi öncülüğünde kurulan dünyada altı pazardan biri olan ve yüzde 80'i kadınlardan oluşan Yeryüzü Pazarı'nda üreticiler yörenin gastronomik ürünlerini plastiksiz, temiz ve çevre dostu olacak şekilde tüketiciye sunmaktadır ("Dünyanın en önemli pazarlarından biri Tarsus belediyesi ile kuruluyor", 2024). Tarsus'ta beş yıldır faaliyet gösteren Yeryüzü Pazarı, Slow Food hareketinin önemli bir parçası olmakla birlikte Tarsus turizminin sürdürülebilir olması bakımından da önemli bir fırsattır.

Literatürde Tarsus ve çevresini gastronomi turizmi açısından ele alan çalışmalar mevcuttur. Özbek ve Güzeler (2022) Mersin mutfagının gastronomik ürünlerini; Caymaz vd. (2024) TR62 bölgesinin gastronomi değerini; Eryılmaz vd. (2019) Silifke Yoğurdu'nun gastronomi açısından değerlendirmesini; Yıldırım ve Karaca (2022)'nin ise Adana ve Mersin yöresi Yörük mutfagının özel gün yemeklerini tespit ettiği görülmektedir. Yönet-Eren ve Ceyhun-Sezgin (2017)'nin gastronomi turizmi açısından Mersin yöresi mutfak kültürünün sürdürülebilirliğini ele aldığı çalışmada Mersin mutfagında yer alan cezerye, kerebiç, tantuni, batırık, içli köfte ve sıkma gibi yöresel lezzetlerin fotoğrafları, hazırlanışları ve sunum şekilleri hakkında bilgi verdikleri görülmektedir. Literatür incelendiğinde Yeryüzü Pazarı Tarsus'u doğrudan ele alan yalnızca bir çalışma olduğu görülmektedir. Önkol (2023) tarafından yapılan çalışmada Yeryüzü Pazarı'nın küreselleşme ve geleneksel bilginin korunması çerçevesinde ele alındığı görülmektedir. Bu çalışmada ise Önkol (2023)'ün çalışmasından farklı olarak konu Slow Food hareketi ve sürdürülebilir gastronomi turizmi bağlamında Yeryüzü Pazarı Tarsus'ta ekonomik anlamda üretime katılan Yeryüzü

Pazarı üreticileri ile doğrudan görüşme gerçekleştirilerek pazarın mevcut durumu tespit edilmeye çalışılmıştır.

YÖNTEM

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Nitel araştırma yöntemi; gözlem, görüşme (mülakat) ve doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik nitel bir sürecin izlendiği araştırma olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Çalışmanın nitel araştırma yaklaşımı ile gerçekleştirilmesinin nedeni, nitel araştırmada araştırılan konunun kendi doğal ortamında incelenmek istenmesi, algıların ortaya konması, bütüncül yaklaşım yapabilme ve araştırma deseninin esnek olmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Yarı-yapılandırılmış bir görüşmede soruların sıralanmasına ilişkin mantıksal ve anlatısal bütünlük içeren, kolaydan zora giden ve başlangıç ve geçiş ifadeleriyle anlatıyı kolaylaştıracak bir düzenlemenin önemli olduğu görülmektedir (Polat, 2022, 161).

BULGULAR

Bu çalışmada Slow Food Yeryüzü Pazarı Tarsus'ta faaliyet gösteren 14 üretici ile yarı yapılandırılmış mülakat formu kullanılarak görüşme yapılmıştır. Katılımcılar K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12, K13, K14 olarak atanmıştır. Katılımcıların demografik özellikleri ve pazarda sattıkları ürünler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1

Katılımcıların demografik özellikleri ve sattıkları ürünler

Katılımcı	Cinsiyet	Yaş	Eğitim Düzeyi	Sattığı Yöresel Ürün/Ürünler
K1	Kadın	65	Lise	Karakuş tatlısı
K2	Kadın	59	Lise	Erişte, İçli Köfte, Yüzük Çorbası
K3	Kadın	49	Üniversite	Lavanta balı, Lavanta suyu, Lavanta çayı, Lavanta, kuru çiçeği, Lavanta sirkesi, Lavanta sabunu, Lavantalı göz yastığı, Lavanta keseleri, Lavantalı ve Ada çaylı maserasyon yağı
K4	Kadın	53	Lise	Kaynar, Kerebiç, Tahinli çörek, Vişne dolgulu kalp kurabiyesi, Lavantalı kurabiye, Kandil simidi, Gingerbread cookies
K5	Kadın	54	İlkokul	Şalgam
K6	Erkek	48	İlkokul	Lavanta, Karakılçık buğday unu, Sandal çileği, Buğday unu, Lavanta yağı, Lavanta suyu, Nergis, Nergis soğanı, [Pirömerli köyünden]
K7	Kadın	54	İlkokul	Elma sirkesi, Kekik suyu, Nar ekşisi, Harnup pekmezi, Andız pekmezi, Üzüm pekmezi, Erik reçeli, Gül reçeli,

				Elma reçeli, İncir reçeli, Kuşburnu reçeli, Kantaron yağı, Kuşburnu marmelatı, Elma, Kayısı
K8	Erkek	53	Ortaokul	Erik kurusu, Elma kurusu, Köftelik bulgur, Pilavlık bulgur, Dövmeye, Çorbalık tarhana, Ceviz [Gülner cevizi], Leblebi, Badem, Ceviz, Tarhana, Menengiç, Sumak, Kekik, Nane
K9	Kadın	50	İlkokul	Bandırma pekmezi, Bandırma (Yayla Bandırması), Muska [pestilden yapılmış], Ekşi mayalı ekmek, Paluza
K10	Erkek	57	Lise	Mamül, Arap çöreği (Kokulu çörek/İşmumlu çörek)
K11	Kadın	40	Üniversite	Cezerye, Mamül, Tarsus gevreği, Acıbadem kurabiyesi, Tahinli ekmek, Katıklı ekmek (Biberli ekmek), Çıtır kabak tatlısı, Kömbe
K12	Erkek	48	Ortaokul	Arı ürünleri (Bal ve bal ürünleri)
K13	Kadın	49	Üniversite	Nar ekşisi, Kantaron yağı, Turunç reçeli, Turunç ekşisi, Ayva reçeli, Ayva marmelatı, Kekik suyu, Devedikeni sirkesi
K14	Erkek	61	Lise	Humus

Tablo 1'e göre, görüşme gerçekleştirilen pazardaki üreticilerden 9'unun kadın, 5'inin erkek olduğu görülmektedir. Üreticilerin ortalama yaşı ise 53 olarak hesaplanmıştır. Tabloya göre üreticilerin 4'ünün ilkökul, 2'sinin ortaokul, 5'inin lise, 3'ünün de üniversite mezunu olduğu görülmektedir. Slow Food hareketi ve sürdürülebilir gastronomi turizmi bağlamında Yeryüzü Pazarı Tarsus'u incelemeyi amaçlayan bu çalışmada katılımcılara yedi soru yöneltilmiştir. Katılımcılara yöneltilen sorular ve alınan yanıtlar ise şu şekildedir:

1. Hangi yöresel ürünü/ürünleri üretmektesiniz?

Katılımcılara yöneltilen “*Hangi yöresel ürünü/ürünleri üretmektesiniz?*” sorusuna verilen yanıtlarda pazarda satılan ürünler arasında Tarsus'un yöresel ürünlerinin olduğu görülmektedir. K1, K2, K4, K5, K6, K9, K10, K11, K13 ve K14'ün Tarsus'un yöresel ürünlerini ürettikleri ve satışını yaptıkları tespit edilmiştir. Katılımcıların yanıtları aşağıda verilmiştir:

K1: Karakuş tatlısı , K2: Erişte, İçli Köfte, Yüzük Çorbası, K3: Lavanta balı, Lavanta suyu, Lavanta çayı, Lavanta, kuru çiçeği, Lavanta sirkesi, Lavanta sabunu, Lavantalı göz yastığı, Lavanta keseleri, Lavantalı ve Ada çaylı maserasyon yağı, K4: Kaynar, Kerebiç, Tahinli çörek, Vişne dolgulu kalp kurabiyesi, Lavantalı kurabiye, Kandil simidi, Gingerbread cookies, K5: Şalgam, K6: Lavanta, Karakılıçık buğday unu, Sandal çileği, Buğday unu, Lavanta yağı, Lavanta suyu, Nergis, Nergis soğanı [Pirömerli köyünden], K7: Elma sirkesi, Kekik suyu, Nar ekşisi, Harnup pekmezi, Andız pekmezi, Üzüm pekmezi, Erik reçeli, Gül

reçeli, Elma reçeli, İncir reçeli, Kuşburnu reçeli, Kantaron yağı, Kuşburnu marmelatı, Elma, Kayısı, K8: Erik kurusu, Elma kurusu, Köftelik bulgur, Pilavlık bulgur, Dövmeye, Çorbalık tarhana, Ceviz [Gülınar cevizi], Leblebi, Badem, Ceviz, Tarhana, Menengiç, Sumak, Kekik, Nane, K9: Bandırma pekmezi, Bandırma, Muska [pestilden yapılmış], Ekşi mayalı ekmek, Paluza, K10: Mamül, Arap çöreği (Kokulu çörek/İşmumlu çörek), K11: Cezerye, Mamül, Tarsus gevreği, Acıbadem kurabiyesi, Tahinli ekmek, Katıklı ekmek (Biberli ekmek), Çıtır kabak tatlısı, Kömbe, K12: Arı ürünleri (Bal ve bal ürünleri), K13, Nar ekşisi, Kantaron yağı, Turunç reçeli, Turunç ekşisi, Ayva reçeli, Ayva marmelatı, Kekik suyu, Devedikenı sirkesi, K14: Humus

2. Yeryüzü Pazarı'na gelen tüketicilerin en çok hangi yöresel ürün ya da ürünleri tercih ettiğini gözlemlemektesiniz?

Katılımcılara yöneltilen “Yeryüzü Pazarı'na gelen tüketicilerin en çok hangi yöresel ürün ya da ürünleri tercih ettiğini gözlemlemektesiniz?” sorusuna katılımcıların tamamı tüketicilerin Tarsus'un başta Humus, Sıkma ve Karakuş olmak üzere tüm yöresel ürünleri tercih ettiğini ifade etmiştir. Katılımcıların verdikleri yanıtlara aşağıda yer verilmiştir:

K1: Sıkma ve Karakuş, K2: İçli köfte, Yüzük çorbası, Erişte, Karakuş, K3: Biberli ekmek [katıklı ekmek], Cezerye, Humus ve Karakuş, K4: Kaynar, Tahinli çörek ve Kerebiç, K5: Sıkma ve Humus, K6: Sarıulak zeytini, Nergis (Pirömerli köyünden), K7: Sıkma, K8: Tüm yöresel ürünler, K9: Tüm yöresel ürünler, K10: Humus, Mamül ve Bandırma, K11: Humus, Karakuş, Sıkma ve Katıklı ekmek [biberli ekmek], K12: Humus, K13: Sıkma ve Humus, K14: Humus, Sıkma ve Karakuş

3. Yeryüzü Pazarı'ndaki satışların kadın üreticilere ekonomik ve sosyal olarak nasıl bir katkısı bulunmaktadır?

“Yeryüzü Pazarı'ndaki satışların kadın üreticilere ekonomik ve sosyal olarak nasıl bir katkısı bulunmaktadır?” sorusuna katılımcıların tamamı Yeryüzü Pazarı'nın kadın üreticilere ekonomik sosyal açıdan katkıları olduğunu söylemişlerdir. Katılımcılardan K5, geçimlerine yardım ettiğini; K9, çok kazanmasa da kazancının yettiğini; K10, aile bütçesine katkı yaptığını ifade etmiştir. Katılımcılardan K1, sosyalleştiğini; K2, çok güzel arkadaşlıklar kurduklarını; K4, çok iyi insanlarla tanıştıklarını söylemiştir.

4. Yeryüzü Pazarı'nın Tarsus'un sürdürülebilir gastronomi turizmine ne gibi katkıları olacağını düşünüyorsunuz?

Katılımcılara yöneltilen “Yeryüzü Pazarı'nın Tarsus'un sürdürülebilir gastronomi turizmine ne gibi katkıları olacağını düşünüyorsunuz?” sorusuna katılımcılardan K1, K2, K3, K8, K9, Yeryüzü Pazarı'nın Tarsus'a ekonomik katkısı olduğunu; K6 ise gözle görülür bir faydası olduğunu ifade etmiştir. K10, şehir dışından gelen insanların Slow Food'u merak ettiğini; K11, yaz aylarına doğru daha çok turist beklentisi içinde olduklarını; K12, pazar sayesinde vatandaşların çocukluklarında tükettiği ürünleri tüketme imkânı bulduklarını belirtmişlerdir.

5. Slow Food hareketi ve Yeryüzü Pazarı'nın doğayı ve çevreyi koruma konusundaki düşünceleriniz nelerdir?

Katılımcılara yöneltilen “Slow Food hareketi ve Yeryüzü Pazarı'nın doğayı ve çevreyi koruma konusundaki düşünceleriniz nelerdir?” sorusuna katılımcılar Slow Food hareketi ve Yeryüzü Pazarı'nın doğayı ve çevreyi koruduğunu ifade etmiştir. Verilen yanıtlardan K1, K3, K6, K7, K8, K9, K10, K12 ve K13 pazarın plastiksiz bir pazar olduğunu belirtmişlerdir. K1 ve K4, ürünlerin tahlilden geçirildiğini ve denetlendiklerini söylemiştir. K2, K3 ve K4 ise ilaçsız, pestisitsiz ve zehirsiz ürün ürettiklerini söylemiştir. Katılımcıların yanıtları aşağıda verilmiştir.

K1: “Pazarda hiç plastik kullanılmıyor. Geri dönüştürülebilir kâğıt ve karton kullanılıyor. Yöresel ürünler kullanıyoruz. Sarıulak zeytinyağı mesela. Karakuş tatlısında coğrafi işareti alınmış olan Sarıulak soğuk

sıkım zeytinyağı kullanıyoruz. Tatlıyı kanserojen olmaması için 150 derecenin üzerinde pişirmiyoruz. Bu nedenle dereceli ocak kullanıyoruz. Ürünlerimiz tahlillerden geçiyor. Suni gübre kullanılmışsa ürünleri geri çekiyorlar. Tahlilden geçemeyen ürünler kullanılamıyor.”

K2: “Doğayı ve çevreyi tamamen koruduğunu düşünüyorum. İlaçsız, zehirsiz üretmek, eski geleneksel yöntemlerle üretmek sürdürülebilirlik açısından Türkiye’de her bölgede yapılabilecek bir şey.”

K3: “Öncelikle pestisitsiz, ilaçsız ve denetimli bütün üretimler. En önemlisi plastiksiz. Doğaya zarar veren plastik bu pazarda kesinlikle yok. Elimizden geldiğince herkesi bilinçlendirmeye çalışıyoruz. Çantalarımız bez çanta. Poşet kesinlikle yok ve ürünlerimiz geri dönüşü olan ürünler.”

K4: “Doğayı gerçekten koruduğumuza inanıyorum. Arkadaşlar ekim yapıyorlar. Gübre kullanmıyorlar, sürdürülebilir olduğu için solucan gübresi kullanıyorlar. Zehirsiz üretmeye tanıklık ediyoruz. Komitedeki arkadaşlar denetliyor, örnekler alıyorlar, analizleriyle belgeledikleri için gönül rahatlığıyla kullanabiliyorlar. Burada fıstık kullanamıyoruz çünkü dışarıdan geldiği için. Ama ceviz bizim yerli, Tarsus’umuzun bütün yaylalarında organik olarak üretildiği için her şeyimiz cevizli burada. Ona dikkat ediyoruz.”

K6: “Bizim pazarın amacı sıfır plastiksiz ve çevre dostu bir pazar olması. Çevre dostu bir pazar. Bunun için çabalıyoruz.”

K7: “Plastiksiz bir pazarımız var. Halkımızın bilinçlendirilmesini sağlıyoruz. Şimdi gezseniz poşet de dahil plastik bulamazsınız pazarımızda.”

K8: “Mükemmel bir biçimde çevreyi koruyoruz. Pazarda pet şişede su içmek bile yasak. Tamamen doğal olduğu için çok katkısı var.”

K9: “Plastik hiç yok. Kese kâğıtlarımız ya da bez torbalarımız var. Tarsus’u çevre bakımından koruyor.”

K10: “En büyük örneğimiz geri dönüşümlü ürünlerdir. Geri dönüşümlü ürünler kullanıyoruz. Örneğin cam ve genelde de kese kâğıdı gibi malzemeler kullanıyoruz. Plastik kesinlikle kullanmıyoruz.”

K12: “Pazarımızda plastik yasak biliyorsunuz. Sadece kâğıt ahşap ve metal ürünler kullanıyoruz ve bunun Türkiye geneline yayılmasını istiyoruz. Plastik doğamızı tahrip ediyor maalesef.”

K13: “Pazarda plastik yok, geri dönüşüm var. Ürettiğimiz ürünlerin hepsi organik. Biz burada çocukları da bu konuda eğitiyoruz. Organik ürün yetiştiriciliğinden, toprağı nasıl güçlendiririz, neler katabiliriz, atıklardan nasıl geri dönüşüm yapabiliriz... Her şeyi öğretiyoruz. Sadece biz öğrenmiyoruz. Buraya gelen misafirleri de eğitiyoruz.”

6. Yeryüzü Pazarı’nın geliştirilmesi için önerilerde bulunmanız gerekse neler söylediniz?

Katılımcılara yöneltilen “*Yeryüzü Pazarı’nın geliştirilmesi için önerilerde bulunmanız gerekse neler söylediniz?*” sorusuna katılımcılardan K8, K11, K12, K13 ve K14 pazarın daha çok reklam ve tanıtımının yapılması gerektiğini; K1 pazarda daha fazla ürün olması gerektiğini; K2, pazara daha çok üreticinin katılması gerektiğini; K4, pazarın daha çok desteklenmesi gerektiğini; K6, üreticilerin pazara tam katılması ve stantların boş kalmaması gerektiğini söyledikleri görülmektedir. Katılımcılardan K4, K5 ve K7 Yeryüzü Pazarı’nda lavabo ve su ihtiyacı giderebilecekleri alanların olmadığını ifade etmişlerdir.

7. Yeryüzü Pazarı’ndaki deneyimleriniz ve hislerinizden bahseder misiniz?

Katılımcılara yöneltilen “*Yeryüzü Pazarı’ndaki deneyimleriniz ve hislerinizden bahseder misiniz?*” sorusuna verilen yanıtlarda katılımcılar Yeryüzü Pazarı’nda olmaktan dolayı memnun olduklarını dile getirmişlerdir. K1, müşterilere temiz ve adil gıda yedirdikleri için mutlu olduklarını; K2, heyecanla her pazarı beklediğini; K4, çok güzel deneyimler ve dostluklar kazandıklarını; K7, pazarı çok sevdiklerini; K11, insanlara yerel lezzetleri sunmaktan çok keyif aldığını; K8 ise yirmi beş sene kırtasiyecilik yaptıktan sonra gastronomiye ve Slow Food’a geçtiklerini; K11 ise normalde bankacı olmasına rağmen pazardaki işini severek yaptığını ve çok keyifli bir ortam olduğunu ifade etmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Slow Food Yeryüzü Pazarının Tarsus ve çevresinin yöresel ürünlerinin korunması bakımından oldukça önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Katılımcıların ifadelerinden de anlaşılabileceği üzere Tarsus ve Mersin'in öncelikle üç gastronomik ürününe ilgi olduğu görülmektedir. Bunlar Humus, Sıkma ve Karakuş'tur. Yeryüzü Pazarı'nın Tarsus'un sosyo-ekonomik gelişmesine katkıda bulunduğu görülmektedir. Uysal (2023)'in araştırması da göstermektedir ki kentlerin ya da yörelerin yemek kültürü o kentin turizm faaliyetlerinde en ön plandaki temsiliyetlerdendir. Yeryüzü Pazarı Tarsus, bu konuda önemli bir işlevi yerine getirmekte ve Slow Food hareketi ile sürdürülebilir gastronomi turizmi arasında olumlu bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Aliyeva ve Kurgun'un (2021) Slow Food hareketi ile Foça'da sürdürülebilir gastronomi turizmi arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmada da iki olgu arasında olumlu bir ilişki olduğu görülmektedir. Pazara hem yurt içinden hem de yurtdışından ilgi olması pazarın sürdürülebilir gastronomi turizmi bakımından önemli bir potansiyeli barındırdığını düşündürmektedir. Yeryüzü Pazarı'nın Tarsus'ta doğal çevrenin korunması ve kentte yaşayanlara çevre bilinci kazandırması bakımından katkı sağladığı görülmektedir. Katılımcıların ifadelerinden anlaşılabileceği üzere Yeryüzü Pazarı'nda plastik kullanılmaması, ürünlerin doğal yöntemlerle üretilmesi ve ürünlerin pestisitler olmadan doğayı koruma ve insan sağlığı konusunda fayda oluşturduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca Slow Food'un hem üreticilerin hem de tüketicilerin bilinçlenmesine katkı sağladığı da anlaşılmaktadır. Yeryüzü Pazarı'nın Tarsus ve çevresinin yöresel ürünlerinin ve üreticilerinin korunması ve yörenin sürdürülebilir gastronomi turizmine fayda sağladığı anlaşılmaktadır. Nitekim Özbay vd. (2023) tarafından yapılan araştırma da bu olguyu destekler niteliktedir. Bahsi geçen çalışmanın da gösterdiği gibi gastronomi faaliyetleri ve bu faaliyetlerin desteklenmesi, bölgesel ve yerel ekonomileri güçlendirerek daha etkili kültürel ve ticari politikalara katkıda bulunmaktadır. Aynı doğrultuda gastronomi turizmi kapsamındaki lezzet turları da özellikle kırsal kesimlere katkı sunmaktadır. Güneş ve Sabur (2023) tarafından yapılan çalışmanın da gösterdiği gibi lezzet turları, kırsal bölgelerin kalkınmasında ve pazarlanmasında önemli bir paya sahiptir. Yeryüzü Pazarı kadın odaklı uluslararası bir pazar niteliği taşımaktadır. Katılımcılar ve ifadeleri göstermektedir ki pazarda kadın üreticiler çoğunluktadır. Dolayısıyla Yeryüzü Pazarı kadınların istihdamına, iş yaşamına katılmasına ve aynı zamanda sürdürülebilir gastronomi turizmine katkı sunmaktadır. Akkil, Kadam ve Kale (2024) tarafında yapılan ve kadın girişimcilerin oluşturduğu Akçakoca Yukarı Mahalle Pazarı örneğinin araştırıldığı çalışmada da benzer biçimde kadın üreticilerin oluşturduğu pazar sayesinde sürdürülebilir gastronomi turizmine katkı sağlandığı görülmektedir. İzmir/Çeşme Germiyan Köyü örneğinin ele alındığı bir çalışmanın da işaret ettiği üzere Slow Food hareketi yöresel olarak turizmin gelişmesine ve çeşitlenmesine katkılar sağlamakta ve yerel olarak fırsatlar sunmaktadır (Zengin ve Şeremet, 2023). Kök ve Güngör (2021) de benzer biçimde ayırt edici özelliği olan ve bu özelliği ile fark yaratıp bulunduğu bölge ile anılan coğrafi işaretli ürünlerin sürdürülebilir gastronomi turizmi bakımından öneminin yadsınamayacağını göstermektedir. Bu nedenle Slow Food hareketi Tarsus için de önemli bir fırsat sunmaktadır. Pazardaki bazı üreticilerin ifadelerinden pazarın geliştirilmesi gereken yönlerinin de olduğu görülmektedir. Bazı katılımcılar, pazarda lavabo ve su ihtiyaçlarını karşılayacak alanlarının olmadığını söylemesi pazarının eksiklerinden biri olarak düşünülebilir. Araştırmadan çıkan bir başka sonuç, katılımcıların Yeryüzü Pazarı'na ilişkin deneyim ve hislerinin olumlu yönde olduğunu göstermesidir. Pazardaki üreticilerin ifadelerinden pazarda yer almaktan dolayı mutlu oldukları anlaşılmakta ve pazarın kendilerine çok şey kattığını göstermektedir. Günümüzde küreselleşme, sanayileşme, kuraklık ve fast food tüketim kültürü gibi etkenler, yerel ürünler ve üreticilerin kaybolmasına neden olmaktadır. Bu nedenle yerel ürünler ve yerel üreticiler sanayileşme ve hızlı tüketim kültürü gibi nedenlerden dolayı kaybolmamalı, bu ürünler ve üreticiler desteklenmelidir. Yeryüzü Pazarı'nda faaliyet

gösteren kadın üreticilerin sayısının artırılması gerekmektedir. Özellikle kadın üreticilerin desteklenmesinin yerel ve ulusal ölçekte ekonomik alana katkı sağlayacağı gibi sosyal anlamda da faydaları olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Akkil, A., Kadam, S. ve Kale, E. (2024). Sürdürülebilir gastronomi kapsamında kadın girişimcilerin rolü: Akçakoca yukarı mahalle pazarı örneği. *Gastroia: Journal of Gastronomy and Travel Research*, 8(2), 217-226.
- Aliyeva, N. ve Kurgun, A. (2021). Slow Food hareketinin gastronomi turizminin sürdürülebilirliği ile ilişkisi: Foça Örneği. *Gastoria: Journal ve Gastronomy and Travel Research*, 5(2), 234-251.
- Altıntaş, V. ve Hazarhun, E. (2020). İzmir'in gastronomi turizmi potansiyeline turist rehberlerinin bakış açıları. *International Journal of Applied Economic and Finance Studies*, 5(2), 13-36.
- Caymaz, E., Türker, N. ve Dağ, T. (2024). Tr62 bölgesinin gastronomi turizmi potansiyeli: Gastronomi değer zinciri üzerine bir araştırma. *Journal of Gastronomy, Hospitality and Travel*, 7(1), 276-301.
- Chrzan, J. (2004). Slow food: What, why, and to where?. *Food, Culture&Society. An International Journal of Multidisciplinary Research*, 7(2), 117-132.
- Ercik, C. ve Şahin-Perçin, N. (2022). Sürdürülebilir gastronomi kapsamında coğrafi işaretli kerebiç tatlısı üzerine bir araştırma. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 537-554.
- Eryılmaz, G., Demir, E. ve Pektaş, K. (2019, Eylül 19-21). Silifke yöresel mutfak kültürü unsuru olan "Silifke Yoğurdu"nun gastronomi turizmi açısından değerlendirilmesi. *IV. Uluslararası Gastronomi Turizmi Araştırmaları Kongresi* [Konferans sunumu]. Ed.: Ş. Aydın, Ö. Çoban, Y. Karakuş, N. Çalışkan, 189-197, Nevşehir, Türkiye.
- Güneş, S. G. ve Sabur, D. G. (2023). Yerel lezzet turları örneğinde Slow Food hareketi. *Toros University Journal of Nutrition and Gastronomy-JFNG*, (1), 105-123.
- Hall, C. M. ve Mitchell, R. (2001). Wine and food tourism. N. Douglas, R. Derrett (Ed.), *Special Interest Tourism: Context and Cases*, (307-329). Sydney: Wiley.
- Huang, T-Y. T., Chen, J. S., Ramos, W. (2023). Slow tourism: the relationship between tourists' slow food experiences and their quality of life. *Tourism Review*, 78(7), 159-176.
- Kivela, J.&Croots, J. C. (2005). Gastronomy tourism: A meaningful travel market segment. *Journal of Culinary Science & Technology*, 4 (2/3), 39-55.
- Kök, A. ve Güngör, A. (2021). Coğrafi işaretli ürünlerin sürdürülebilir gastronomi turizmi açısından önemi: Akçakoca-Melengücceği tatlısı örneği. *Gastroia: Journal of Gastronomy and Travel Research*, 5(1), 61-74.
- Önkol, A. (2023). Küreselleşme ve geleneksel bilginin korunması bağlamında yavaş yemek hareketi: Mersin-Tarsus yeryüzü pazarı örneği. E. Aslan (Ed.), *Kuramsal Yaklaşımlar Işığında Kent Folkloru* içinde, (1. Baskı, ss. 205-219), İstanbul: Çizgi Kitabevi.

- Özbay, T., Altındağ, E. Ö., Yentürk, R., Özbay, N., Adıyaman, M. A., Baran, M. (2023). Sürdürülebilir turizm kapsamında şanlıurfa'nın gastronomi turizmi. *Premium e-Journal of Social Sciences (PEJOSS)*, 1(7), 583–605.
- Özbek, Ç. ve Güzeler, N. (2022). Mersin mutfağının gastronomik ürünleri. *Aydın Gastronomy*, 6(2), 311-324.
- Petrini, C. (2003). *Slow food: The Case for taste*. New York: Columbia University Press.
- Polat, A. (2022). Nitel araştırmalarda yarı-yapılandırılmış görüşme soruları: Soru form ve türleri, nitelikler ve sıralama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(Özel Sayı 2), 161-182.
- Slow Food Foundation. (2024, 29, 11). *What is the foundation?* <https://www.fondazione Slow Food.com/en/what-is-the-foundation/> adresinden erişilmiştir.
- Slow Food. (2024, 24, 12). *Earth Markests*. <https://www.fondazione Slow Food.com/en/what-we-do/earth-markets/> adresinden erişilmiştir.
- Slow Food. (2024, 29, 11). *Our History*. <https://www.slowfood.com/our-history/> adresinden erişilmiştir.
- Slow Food. (2024, 29, 11). *Slow Food Manifesto*. <https://www.slowfood.com/wp-content/uploads/2023/10/slow-food-manifesto.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Tarsus Belediyesi. (2024, 12, 3). *Dünyanın en önemli pazarlarından biri Tarsus belediyesi ile kuruluyor*. <https://www.tarsus.bel.tr/tr/haberler/267/dunyanin-en-onemli-pazarlarindan-biri-tarsus-belediyesi-ile-kuruluyor-/16888> adresinden erişilmiştir.
- Ulutaş, S. (2012). Tarsus kazası'nın sosyo-ekonomik yapısı (1856-1914) [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Mersin Üniversitesi.
- Uysal, M. (2023). Kentleşmenin geleneksel mutfağa etkisi. E. Aslan (Ed.), *Kuramsal Yaklaşımlar Işığında Kent Folkloru* içinde, (1. Baskı, ss. 266-283), İstanbul: Çizgi Kitabevi.
- Wallerstein, I. (2000). *Bildiğimiz dünyanın sonu. Yirmi birinci yüzyıl için sosyal bilim*. İstanbul: Metis.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, O. ve Karaca, O. B. (2022, Aralık 8-9). Yörük mutfağı'nın özel gün yemekleri: Türkiye'nin Adana ve Mersin bölgesi'nde bir kültür araştırması. *Silk Road International Scientific Research Conference* [Konferans sunumu]. 594-605, Lankaran State University, Azerbaycan.
- Yönet-Eren, F. ve Ceyhun-Sezgin, A. (2017 Kasım 23-24). Gastronomi turizmi açısından mersin yöresi mutfak kültürünün sürdürülebilirliği. *1st International Sustainable Tourism Congress* [Konferans sunumu]. 161-170. *Kastamonu, Türkiye*.
- Yurtseven, H. R. (2011). Sustainable gastronomic tourism in Gokceada (Imbros). Local and authentic perspectives. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(18), 17-26.
- Zengin, M. ve Şeremet, M. (2023). An ethnographic research on slow food movement: The case of Germiyan Village in Çeşme/İzmir. *Geographies, Planning & Tourism*, 3(2), 83-96.

The Effects of the COVID-19 Pandemic on the World and Turkish Container Market

İlhan YANDI

E-mail: ilhan.yandi@erdogan.edu.tr; Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Turgut Kıran Denizcilik Fakültesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü, Rize/Türkiye Orcid:0000-0003-1780-3654

Özet

Günümüz ekonomisinde deniz taşımacılığı, küresel ticaretin yaklaşık %80'ini taşıyarak kritik bir rol oynamaktadır. Konteyner taşımacılığı son on yılda yıllık ortalama %5 büyüme göstermiştir. COVID-19 pandemisi, dünya genelinde deniz taşımacılığını ciddi şekilde etkilemiş, özellikle üretim ve liman faaliyetlerindeki aksaklıklar nedeniyle küresel tedarik zincirlerini bozmuştur. Çin'deki üretim duruşları ve limanlardaki kısıtlamalar konteyner taşımacılığında boş seferlere ve limanlardaki hacim düşüşlerine yol açmıştır. 2020'de büyük limanlar daha dirençli olurken, küçük ama komşularıyla yüksek bağlantıya sahip limanlar da krize karşı göre daha dayanıklı olmuştur. Avrupa'da Antwerp, Asya'da ise Tianjin ve Qingdao gibi bazı limanlar daha az etkilenmiştir. Türkiye, özellikle İstanbul, Mersin ve İzmir limanlarıyla, Çin-Avrupa lojistik akışında önemli bir geçiş noktası konumuna gelmiştir. Orta Koridor ve BTK hattı gibi projeler, Türkiye'nin stratejik önemini artırmaktadır. Bununla birlikte, artan enerji fiyatları, enflasyon, rakip limanların cazibesi ve boş konteyner sıkıntıları sektörü zorlamaktadır. Küresel konteyner taşımacılığı, pandemiden sonra 2021-2022 yıllarında büyüme yaşasa da 2022'nin ikinci yarısından itibaren düşüşe geçmiştir. 2023 yılında ise %0,5'lik sınırlı bir artışla 201 milyon TEU seviyesine ulaşılmıştır. Transpasifik, Uzak Doğu-Avrupa ve Transatlantik ana rotalarda daralma görülürken, diğer doğu-batı ve kuzey-güney hatlarında hafif artış yaşanmıştır. Türkiye'nin küresel konteyner piyasasındaki potansiyelini kalıcı kılmak için maliyet yönetimi, dijital dönüşüm ve yeşil lojistik alanlarında ilerleme kaydetmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Konteyner, Covid-19, Navlun, Deniz ticareti, Tedarik zinciri

Abstract

In today's economy, maritime transport is vital, accounting for approximately 80% of global trade. Over the past decade, container transport has experienced an average annual growth rate of 5%. However, the COVID-19 pandemic has severely impacted maritime transport worldwide, disrupting global supply chains primarily due to production shutdowns and port activity restrictions. Notably, production halts in China and limitations at ports led to many empty sailings for container transport and a decline in volume at ports. In 2020, larger ports demonstrated greater resilience, while smaller ports with strong connectivity to their neighbours also fared relatively well during the crisis. Some ports, such as Antwerp in Europe and Tianjin and Qingdao in Asia, were less adversely affected. Turkey has emerged as a crucial transit point for logistics flows between China and Europe, particularly through the ports of Istanbul, Mersin, and Izmir. Projects like the Central Corridor and the Baku-Tbilisi-Kars (BTK) railway have further enhanced Turkey's strategic importance in this

sector. Nonetheless, challenges remain, including rising energy prices, inflation, competition from other ports, and shortages of empty containers.

While global container transport experienced growth in 2021 and 2022 following the pandemic, it began to decline in the second half of 2022. In 2023, the volume reached 201 million TEUs, reflecting a modest increase of only 0.5%. During this period, the main Trans-Pacific, Far East-Europe, and Transatlantic routes contracted, while some east-west and north-south routes experienced slight growth.

To maintain its potential in the global container market, Turkey must focus on improving cost management, digital transformation, and green logistics practices.

Keywords: Container, Covid-19, Freight, Sea trade, Supply chain

INTRODUCTION

The scale and speed of global trade today directly depend on the efficiency of logistics systems and the continuity of transport infrastructures. In a period when production centres are located thousands of kilometres away from consumption markets, the timely, safe and economical delivery of products has become the main factor enabling the functioning of the global economy. In this context, container transport stands out as one of the most revolutionary applications of modern transport. This system, which integrates different modes of transport and can efficiently and safely transport high-volume loads in standard-sized transport units, has transformed not only logistics but also production, trade, and consumption habits.

Container transport is a system that involves transporting cargoes in internationally recognised boxes of specific standard sizes by more than one type of transport (sea, land, air, or railway) without requiring opening and damage. Thanks to this standardisation, the same type of transport vehicles and port equipment can be used regardless of the cargo type, transit times are shortened, handling costs are reduced, and safety is increased. As a result, container transport has become the backbone of today's international logistics systems (İMEAK, 2025).

Containerised transport dates to the Industrial Revolution. In 1795, waggon-like boxes developed in England to transport coal were considered the first container applications. At that time, coal was first transported by land to the canal sides, then transferred to ships by canals and transported to the destination. In this process, hauling the loads without removing them from the containers saved time and labour. With the expansion of railway networks in the 1830s, different types of containers began to emerge. These containers initially consisted of wooden structures, but over time, they were replaced by more durable and safer iron materials.

In the early 20th century, especially in England, railway companies began to use containers of similar sizes, which was a significant step in the systematisation of this mode of transport. Although attempts were made to standardise container dimensions in the UK in the 1920s, this practice was only effective at the national level, not the international level. Around the same time, container solutions developed in the United States

for railway transport, especially on the Chicago-Milwaukee-Wisconsin line, rapidly spread to meet industrial and military needs during World War II.

A real revolution in container transport occurred in the 1950s, thanks to the collaboration of American entrepreneur Malcolm McLean and engineer Keith Tantlinger. McLean and Tantlinger developed containers measuring 8x8x10 feet (approximately 2.4x2.4x3 metres), made of steel, that were easily transported by cranes and stackable due to corner locks. These containers made a breakthrough in the sector, both technically and structurally, significantly reducing transport costs. With the patenting of this system, container transport became widespread all over the world. This development also necessitated the transformation of port infrastructures; cranes, carrier vehicles and port areas were restructured according to the new container system (Yılmaz & Koyuncu, 2020).

Today, approximately 80% of the world trade volume is carried out by maritime transport. On a value basis, this ratio exceeds 70% (UNCTAD, 2020). Turkey is also an important part of this global system. Due to its strategic geographical location, Turkey provides access to European, Asian and Middle Eastern markets and carries out approximately 83% of its foreign trade by sea. According to 2019 data, Turkey's seaborne imports and exports were 221.4 million tonnes and 131.6 million tonnes, respectively (İMEAK, 2019). These figures demonstrate the vital role of container transport in Turkey's economy. However, this stable structure was seriously shaken by the COVID-19 pandemic that affected the world in 2020. The global health crisis caused by the pandemic also brought economic and logistics crises. Due to quarantine measures, production shutdowns, border closures, reduced operational capacities of ports and disruption of the container supply-demand balance, the world's logistics systems have undergone a severe test. In particular, the disruption of Asia-based production networks led to container shortages and record increases in transport costs in many regions, especially Europe and America. Freight rates for 40-foot containers have increased 5 to 10 times compared to the pre-pandemic period, significantly increasing export and import costs.

The effects of the pandemic were not limited to this, as congestion at ports and prolonged container turnaround times made global supply chains fragile. According to UNCTAD data, world trade volume increased by only 0.5% in 2019, while the World Trade Organisation predicted a 13% to 32% decline in global trade for 2020 (Safety4Sea, 2020). One of the sectors most affected by this situation has been container transport. In Turkey, exporters had difficulty in finding containers, and the sudden rise in freight costs disrupted export plans. Disruptions in port operations caused serious operational problems, especially in major maritime trade centres such as Istanbul, Mersin and Izmir.

On the other hand, in addition to the pandemic, the war in Ukraine, energy crises, climate change, blockages in strategic straits such as the Suez Canal, and geopolitical tensions have also increased pressure on maritime transport. Changing ship routes, increasing delays at ports, and rising fuel costs globally have become the main threats to the sustainability of container transport. The impact of such shocks on the system has led to disruption of access to vital sectors such as food, health and energy, not just trade (UNCTAD, 2025).

In this context, a detailed analysis of the structural effects of the COVID-19 pandemic on the global container market and its implications for Turkey's container trade is crucial in revealing the vulnerabilities of the current system. This study aims to comprehensively examine the development of container transport

within the historical context and the challenges faced in the crisis environment created by the pandemic. Additionally, this analysis will discuss Turkey's performance in the face of this global crisis and the necessary restructuring for the future. Thus, it will be possible to understand the current challenges and provide recommendations for constructing a more resilient and flexible transport infrastructure against similar crises.

METHOD

The methodological framework of this study is based on a qualitative and data-driven research design that combines secondary data analysis with literature-based synthesis. Specifically, the research adopts a descriptive and interpretative approach by compiling, analysing and contextualising statistical data and reports on global and national container trade. These data are primarily obtained from internationally recognised institutions such as the United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), the World Trade Organization (WTO), Maritime Trade Statistics, the Turkish Ministry of Transport and Infrastructure (UAB), the Istanbul and Marmara, Aegean, Mediterranean and Black Sea Chamber of Shipping (IMEAK) and the International Association of Transport and Logistics Service Providers (UTIKAD).

The methodology aims to produce a comprehensive synthesis that reflects both the quantitative dimensions (through trade volumes, container throughput, port statistics, etc.) and the qualitative dimensions (through expert perspectives, case studies and policy evaluations) of the container trade landscape during and after the Covid-19 crisis.

RESULTS

The Impact of the COVID-19 Pandemic on Global Maritime Trade and Port Operations

Maritime trade remains the backbone of the global economy, facilitating the movement of goods across continents and ensuring the steady flow of raw materials, manufactured products, and essential commodities. In recent years, approximately **11 billion tonnes** of goods have been transported by sea annually, accounting for nearly 80% of global trade by volume (Petrlić & Pavletić). The efficiency and scale of maritime logistics make it indispensable for international commerce, particularly in an era of globalization where supply chains span multiple countries and regions.

Over the past decade, global container trade has expanded significantly, growing by 55% at an average annual rate of 5% (UNCTAD, 2019). This growth has been driven by increasing consumer demand, the rise of e-commerce, and the expansion of manufacturing hubs in Asia, particularly China. However, the COVID-19 pandemic, which emerged in late 2019, disrupted this upward trajectory, causing unprecedented shocks to global trade, logistics networks, and port operations.

The Initial Shock: Disruptions in Early 2020

The coronavirus pandemic originated in Wuhan, China, in December 2019, and by January 2020, the Chinese government imposed strict lockdowns and quarantines to curb the virus's spread. These measures led to a halt in industrial production and a sharp reduction in port activities, creating an immediate supply shock that rippled across global supply chains. Factories closed, shipping schedules were disrupted, and container shipping companies responded by cancelling voyages—a phenomenon known as "blank sailings" or "empty voyages."

Since maritime shipping operates on fixed schedules with vessels taking weeks to traverse major trade routes (e.g., Asia-Europe and Asia-North America), the full impact of these disruptions was not immediately visible in Western markets. By March 2020, however, European and North American ports began experiencing significant declines in vessel arrivals and cargo volumes.

Decline in Container Shipping and Port Operations

The pandemic's effect on maritime trade was most evident in the sharp drop in containerised cargo movements. Data from major ports indicated a 10% year-on-year decline in sailings in the first half of 2020, with some trade lanes experiencing even steeper reductions. The most severe contractions occurred in passenger ports, particularly those servicing the cruise industry, as countries worldwide imposed travel bans and health restrictions.

A comparative analysis of port performance (as illustrated in Table 1) reveals that the decline in container volumes varied significantly depending on a port's trade exposure to China and the Far East. For instance:

- Rotterdam (Europe's largest port) and Hamburg (the third largest) saw substantial drops due to their heavy reliance on Chinese trade, with China accounting for 25% and 30% of their respective volumes.
- In contrast, Antwerp (Europe's second-largest port) was less affected, with only 12% of its volumes tied to China, allowing it to maintain stable operations (+0.4% growth in 2020).
- Similarly, with 10-12% exposure to Chinese trade, Valencia and Bremerhaven experienced moderate declines compared to ports with higher dependency.

Table 1. World container trade (TEU)

Year	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Economy (World)	698.267.716	743.316.288	781.117.929	801.214.263	792.461.090	849.545.454	854.112.884	858.183.305
Africa	27.721.073	29.682.738	31.522.832	33.937.285	34.506.001	36.641.073	36.568.028	38.974.203
Americas	99.750.000	106.876.103	113.852.228	115.687.513	112.811.564	127.911.116	127.737.206	119.480.005
Asia	455.750.282	485.328.621	508.144.490	521.734.231	519.153.413	551.392.093	561.394.801	576.610.475
Europe	103.603.073	109.645.552	114.965.132	117.411.892	113.551.431	102.576.203	115.083.068	110.115.483
Oceania	11.443.288	11.783.274	12.633.247	12.803.341	12.438.681	13.024.969	13.329.780	13.003.140
Northern America and Europe	15.271.122	166.225.705	174.774.355	178.671.424	172.884.624	188.517.529	183.192.703	170.500.846
Cent. and South Asia	27.382.091	30.609.138	32.561.462	32.517.035	31.759.200	35.181.805	35.213.827	37.609.813
Eastern and South-east. Asia	380.591.085	405.375.940	424.828.764	436.107.940	434.461.338	461.511.303	470.122.184	480.936.137

Source: Unctad (2025)

In the early stages of the pandemic, the impact on container volumes at specific ports depends mainly on their exposure to trade with the Far East. Rotterdam and Hamburg, the first and third largest container ports in Europe, handled significant volumes related to trade with China, with China accounting for around 30 per cent of Hamburg's and 25 per cent of Rotterdam's volumes. These figures exclude intra-European volumes. In contrast, Antwerp, Europe's second-largest port, was less dependent on China, with only 12 per cent of its volume in 2019 dependent on Chinese trade. Similarly, Valencia and Bremerhaven have

exposure rates of around 10-12 per cent. While the full impact of the pandemic is only partially reflected in the figures for the first quarter of 2020, most ports outside Asia have already experienced negative growth. In mid-March 2020, the World Health Organization officially classified COVID-19 as a pandemic. Supply shocks in Asia were easing at that time as Chinese factories reopened. However, the escalation of lockdowns in Europe and the Americas triggered a significant demand shock (Guerrero et al., 2022). It caused a second wave of empty voyages, with container carriers withdrawing around 20% of their network capacity and more than 2.7 million TEUs sitting idle, representing more than 10% of the global container fleet. Since mid-March 2020, around 40% of container ports have faced weekly empty sailings. Between April and June 2020, some ports have seen a reduction of up to 50% in vessel calls, mainly affecting major trade routes such as the Far East-Europe route. Mega-ports handling more than 10 million TEUs per year saw an average volume decline of only 4%, compared to a 10% decline for ports handling 3-10 million TEUs (Notteboom&Haralambides, 2020).

In North America, all the top ten ports reported losses, with Seattle/Tacoma (-18.3%), Los Angeles (-17.1%), and Norfolk (-12.4%) particularly hard hit. Houston fared better, limiting its decline to 2.3%. Antwerp was the only major port in Europe to maintain similar volume levels to the previous year (+0.4%), while Algeciras and Bremerhaven saw smaller declines. However, ports such as Le Havre and Barcelona saw volume declines exceeding 20% (Guerrero et al., 2022). Globally, the impacts of COVID-19 mitigation measures on ports were uneven and largely dependent on factors such as weighted degree and clustering coefficient. Larger ports generally showed greater resilience than smaller ones.

However, smaller ports highly connected to neighbouring ports (with high clustering coefficients) have also weathered the impacts better than others.

The Second Wave of Disruptions: Demand Shock and Capacity Reductions

By mid-March 2020, the World Health Organization (WHO) declared COVID-19 a global pandemic, coinciding with China's gradual economic reopening. However, just as supply chains in Asia began recovering, Europe and North America entered strict lockdowns, leading to a severe demand shock. Consumer spending plummeted, businesses scaled back orders, and shipping lines faced a new crisis: a surplus of idle containers and a lack of cargo to transport.

In response, container carriers withdrew approximately 20% of their global network capacity, leaving over 2.7 million TEUs (Twenty-foot Equivalent Units) unused—equivalent to more than 10% of the world's container fleet. Between April and June 2020, some ports recorded up to a 50% reduction in vessel calls, particularly along the Far East-Europe route, one of the busiest trade corridors.

Resilience of Mega-Ports vs. Smaller Ports

Interestingly, the pandemic's impact varied not only by trade exposure but also by port size and network connectivity:

- Mega-ports (handling over 10 million TEUs annually) demonstrated greater resilience, experiencing an average volume decline of only 4%. Their diversified cargo bases, advanced logistics infrastructure, and ability to reroute shipments helped mitigate losses.
- Mid-sized ports (3-10 million TEUs per year) suffered more, with an average 10% decline in throughput.
- Smaller ports, however, showed mixed results. Those with high clustering coefficients (strong connections to neighbouring ports) managed to weather disruptions better than isolated ones, leveraging regional trade networks to maintain cargo flows.

Regional Variations in Port Performance

North America: Significant Losses Across Major Ports

In North America, all the top ten ports reported declines, but some were hit harder than others:

Seattle/Tacoma (-18.3%) and Los Angeles (-17.1%) faced steep drops due to their high dependency on trans-Pacific trade.

- Norfolk (-12.4%) also saw significant losses, while Houston (-2.3%) fared better, likely due to its strong energy and agricultural exports.

Europe: Mixed Results with Antwerp as an Outperformer

Europe's port performance was uneven:

- Antwerp (+0.4%) remained stable, benefiting from its diversified trade portfolio and strong intra-European connections.
- Algeciras and Bremerhaven experienced moderate declines, while Le Havre and Barcelona suffered losses exceeding 20%, reflecting their higher exposure to affected trade routes.

Turkey as a Pivotal Logistics Hub

Turkey occupies a geopolitically vital position at the crossroads of Europe, Asia, and Africa, making it a critical logistics hub for global trade. Many goods shipped from China to Europe pass through Turkish ports, leveraging the country's well-developed maritime infrastructure and strategic transport corridors. Modern ports such as Istanbul (Ambarlı), Mersin, Izmir (Alsancak), and Çandarlı have undergone extensive expansions, offering increased capacity, advanced logistics services, and improved efficiency to handle growing trade volumes.

Among these, the port of Çandarlı stands out as a future mega-port, potentially becoming one of the largest in Europe if further investments are made in infrastructure and digitalisation. Additionally, Turkey's participation in key transcontinental rail projects, such as the Baku-Tbilisi-Kars (BTK) railway and the Middle Corridor initiative, provides alternative routes for containerised cargo moving from China to Europe, reducing reliance on traditional maritime lanes and offering faster transit times compared to the longer Suez Canal route.

Turkey's Export Strength and Manufacturing Diversity

Turkey's diverse and robust manufacturing sector is crucial in sustaining containerised exports. Key industries such as:

Automotive (a major exporter to European markets)

Textiles and apparel (a global leader in fast-fashion supply chains)

White goods (home appliances exported worldwide)

Contribute to a steady flow of outbound containers. However, despite these strengths, Turkey faces rising logistics costs due to global energy price fluctuations and domestic inflation, which impact shipping rates, port handling fees, and inland transportation expenses.

Competitive Challenges from Regional Rivals

While Turkey remains a dominant player in Eurasian trade, competing ports in the Mediterranean are emerging as attractive alternatives for transit cargo:

Piraeus Port (Greece): Owned by COSCO Shipping, Piraeus has become a central transshipment hub for Chinese goods entering Europe, benefiting from deep-water berths, automation, and efficient rail connections to Central and Eastern Europe.

Port Said (Egypt): Positioned at the northern entrance of the Suez Canal, Port Said serves as a key redistribution point for Asia-Europe trade, offering competitive tariffs and faster turnaround times.

These competitors challenge Turkey's market share, particularly as global shipping lines seek cost-effective and reliable alternatives amid supply chain disruptions.

Container Imbalance and Post-Pandemic Market Volatility

A persistent issue affecting Turkey's maritime trade is the shortage of empty containers, driven by an import/export imbalance. Since Turkey imports more heavy machinery, electronics, and raw materials than it exports in containerised goods, shipping companies often reposition empty boxes to Asia, leading to logistical bottlenecks and increased costs (Toygar & Yıldırım, 2024; Türklüm, 2024).

Post-COVID-19 Container Trade Trends

The global container shipping market experienced extreme volatility following the COVID-19 pandemic:

2021–Early 2022: A historic boom driven by pent-up consumer demand, e-commerce growth, and supply chain restocking.

Late 2022–2023: A sharp normalisation, with trade volumes returning to pre-pandemic levels as demand softened and inventory corrections occurred.

Regional Trade Lane Performance in 2023

Data from Türklım (2024) reveals significant disparities in container trade growth across major routes:

Declines in East-West Trade Lanes

Transpacific, Far East-Europe, and Transatlantic routes saw a 1.7% decline, dropping from 59 million TEUS in 2022 to 58 million TEUS in 2023.

This contraction reflects weaker consumer demand in Europe and North America, as well as supply chain diversification (e.g., nearshoring to Mexico and Eastern Europe).

Growth in North-South and Secondary Routes

North-South trade lanes (e.g., Asia-Africa, Europe-South America) grew by 3%, reaching 34 million TEUS.

Other non-major routes increased by 4.5% (23 million TEUS), indicating a shift toward emerging markets and regional trade blocs.

Intra-Asia Trade Slowdown

The China Sea routes, which account for 86 million TEUS, experienced a -1.1% decline (Table 2), signalling reduced intra-Asian manufacturing activity and slower Chinese export growth.

Table 2. Container transportation shares based on routes (million TEUs)

Routes	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Main lines	53.7	56.2	58.5	54.4	58.3	64	59	58
East/West off main lines	23.9	24.8	21	20.5	19.3	22	22	23
North-South Lines	30.8	32.9	32.2	32.3	31.6	34	33	34
Interior Regions/Other	73.7	78.5	82.4	85.5	83.9	89	87	86
Total	182.1	192.4	193.6	197.6	193.1	208	200	201

Source: Türklım 2021, 2024

CONCLUSION AND DISCUSSION

Unprecedented Disruptions in Global Supply Chains

The COVID-19 pandemic triggered one of the most severe disruptions to global container markets in modern history, creating a cascade of logistical challenges that reverberated throughout international trade networks. When China, the world's manufacturing powerhouse, implemented strict lockdowns in the first half of 2020, the immediate consequence was a dramatic halt in production across key industrial regions. This sudden stoppage created an unexpected shortage of empty containers, as thousands of boxes became stranded at Chinese factories and warehouses while the global shipping system continued operating on its standard circulation patterns.

The initial supply shock in early 2020 was just the beginning of a multi-year period of turbulence for container shipping. As factories gradually resumed operations, the world faced an even more surprising development: an unprecedented surge in demand for consumer goods from Western markets. With service sectors largely shut down and populations confined to their homes, American and European consumers dramatically increased their purchases of physical goods, particularly electronics, home furnishings, and exercise equipment, nearly all of which were manufactured in Asia and required containerised shipping.

Extreme Market Conditions in Container Shipping

The combination of pent-up demand and constrained supply led to extraordinary conditions in container markets:

Historic Freight Rate Increases

The Shanghai Containerised Freight Index (SCFI), a key benchmark for global shipping costs, vividly illustrates the market extremes. After maintaining relatively stable levels around 1,000 points throughout 2019, the index climbed unprecedentedly, eventually peaking above 5,000 in 2022. This fivefold increase represented the most dramatic surge in shipping costs ever recorded, with some individual trade lanes experiencing even more extreme pricing. For instance, the Asia-to-West Coast US route saw spot rates briefly exceed \$20,000 per forty-foot equivalent unit (FEU)- more than ten times pre-pandemic levels.

Widespread Port Congestion

The flood of imports overwhelmed major global ports, creating severe bottlenecks in the logistics network. Critical hubs like Los Angeles, Long Beach, and Rotterdam faced perfect storms of challenges:

Labour shortages due to COVID-19 infections and quarantine requirements

Equipment shortages, including chassis and yard handling machinery

Storage capacity limitations as containers piled up at terminals

Inland transportation bottlenecks with insufficient truck and rail capacity

These factors combined to create ship waiting times of 2-3 weeks at peak periods, with some vessels anchored offshore for over a month before securing berth space. The congestion created a vicious cycle - as ships waited longer to unload, fewer vessels were available in the global fleet to maintain regular service frequencies.

Container Equipment Imbalance

The pandemic exacerbated structural imbalances in container equipment distribution. With Western consumers importing far more goods than their countries were exporting, empty containers accumulated in North America and Europe while Asian manufacturers faced critical shortages. The regular repositioning of empty boxes back to Asia became severely disrupted due to:

- Reduced vessel capacity from skipped sailings
- Higher priority given to loaded containers
- Logistical challenges at congested ports

This led to container prices increasing four to five times in some regions, with leasing companies struggling to meet demand. The shortage became so severe that some manufacturers resorted to shipping goods in non-standard or used containers that would typically be retired from service.

Strategic Shifts in Global Supply Chains

The extreme conditions during the pandemic accelerated several structural changes in global trade patterns:

Diversification Away from China

Shaken by the vulnerabilities exposed during the pandemic, US and European companies actively sought to reduce their dependence on Chinese manufacturing. Many corporations implemented "China Plus One" strategies, establishing alternative production bases in:

Turkey: Leveraging its geographic proximity to Europe

Eastern Europe: Particularly for automotive and industrial goods

Mexico: Benefiting from USMCA trade agreement advantages

Southeast Asia: Vietnam, Thailand, and Indonesia saw increased investment

Resurgence of Rail Transport

The reliability crisis in ocean shipping led to renewed interest in rail alternatives between Asia and Europe. The China-Europe rail network experienced remarkable growth of 30-40% during the pandemic, offering several advantages:

More predictable transit times (12-18 days vs. 35+ days by sea)

Avoidance of port congestion

Better cargo security and lower insurance costs

Turkey's Strategic Advantages During the Crisis

Turkey emerged as one of the primary beneficiaries of these supply chain realignments, capitalizing on several unique advantages:

Geographic and Manufacturing Strengths

Proximity to European markets: Allowing faster response times compared to Asian suppliers

Diverse industrial base: Capable of producing everything from textiles to automobiles to electronics

Established logistics infrastructure: Including road, rail, and maritime connections

These factors made Turkey an attractive "nearshoring" option, resulting in a 25% increase in container-based exports in 2021 (Türklım, 2024). During the shipping crisis, major Turkish ports, such as Mersin and Ambarlı, played crucial roles in facilitating trade between Asia and Europe.

The Middle Corridor's Rising Importance

The Russia-Ukraine war in 2022 further enhanced Turkey's strategic position by making traditional northern rail routes through Russia less viable. The Middle Corridor, which runs from China through Kazakhstan, the Caspian Sea, Azerbaijan, Georgia, and Turkey into Europe, has become a reliable alternative. This route saw container transportation volumes increase by 40% in 2022, with Turkey as the critical bridge between Asian production and European consumption.

Port Infrastructure Development

Turkey's investments in port infrastructure proved prescient during the crisis:

Mersin Port: Expanded capacity to handle increased Asia-Mediterranean traffic

Ambarlı Port: Modernised facilities to serve as Istanbul's primary container hub

Çandarlı Port: Positioned as a future mega-hub for transshipment traffic

These developments allowed Turkey to capture additional trade flows when many traditional hubs struggled with congestion and inefficiencies.

Long-Term Implications and Lessons Learned

The pandemic-era disruptions have led to permanent changes in global supply chain strategies:

1. **Increased inventory buffers:** Companies are moving away from "just-in-time" to "just-in-case" inventory models
2. **Diversified sourcing:** More balanced manufacturing footprints across multiple regions
3. **Multi-modal logistics:** Greater integration of sea, rail, and road transport options
4. **Digital transformation:** Accelerated adoption of supply chain visibility tools and predictive analytics

For Turkey, the crisis presented both challenges and opportunities. While facing the same inflationary pressures and equipment shortages as other nations, Turkey's strategic positioning allowed it to emerge as a more significant player in global trade networks. The nation's capacity to function as both a manufacturing centre and a logistics hub places it in a favourable position for sustained growth in the post-pandemic global economy.

LITERATURE

Ece, N. J. (2020). Covid-19 salgınının konteyner taşımacılığı ve limanlarına etkisi. *Mersin Üniversitesi Denizcilik ve Lojistik Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 47-66.

Guerrero, D., Letrouit, L., & Pais-Montes, C. (2022). The container transport system during Covid-19: An analysis through the prism of complex networks. *Transport Policy*, 115, 113-125.

İmeak (2025). <https://www.denizticaretodasi.org.tr/tr/yayinlarimiz/sektorraporu>

İmeak(2019).

<https://www.denizticaretodasi.org.tr/Media/SharedDocuments/faaliyetraporu/2019faliyet.pdf>

Notteboom, T.E. and Haralambides, H.E. (2020). Port management and governance in a post-COVID-19 era: quo vadis?. *Maritime Economics & Logistics*, 22, 332.

Petrlić, A., & Pavletić, N. (2019). Benchmarking analysis of factors influencing container traffic in the Port of Rijeka. *Pomorstvo*, 33(2), 119-129.

Toygar, A., & Yıldırım, U. (2024). Impact of major crises on container shipping in Türkiye: the case of the covid-19 outbreak. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 16(1), 51-70.

Türklım (2024). <https://www.turklim.org/turklim-sektor-raporu-2024/>

Türklım (2021). <https://www.turklim.org/turklim-sektor-raporu-2021/>

WTO. (2020). https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/wtr20_e/wtr20_e.pdf

UNCTAD. (2020). <https://unctad.org/publication/handbook-statistics-2020>

UNCTAD. (2019). Review of Maritime Transport 2019. *UNCTAD/RMT/2019*.

UNCTAD. (2025). <https://unctadstat.unctad.org/datacentre/dataviewer/US.ContPortThroughput>

Yılmaz, R., & Koyuncu, D. T. (2020). Bir Dönüşümün Başlangıç Hikâyesi: Kara Elmas ve Endüstri Devrimi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(2), 1021-1042.

Afetlerin Sınıflandırılmasına Uluslararası Bakış

Meryem Ülkü AYGÜL, Ömer Faruk KARAMAN²

¹E-mail: mrymlk9@gmail.com; Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Çanakkale/ Türkiye.

²E-mail: omerfaruk.karaman@comu.edu.tr; Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Çanakkale/ Türkiye.

Özet

Araştırmanın amacı afetlerin sınıflandırılmasını uluslararası boyutta karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. Bu kapsamda araştırmada; son olarak Eylül 2023'te yeniden hazırlanan EM-DAT sınıflandırma ağacı, ADRC, Sendai Afet Riskini Azaltma Çerçevesi "DesInventar" sınıflandırma çalışmaları ve bu kapsamda hazırlanan tehlike profilleri (HIP's) gibi uluslararası çalışmalar; ayrıca Türkiye, Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Avustralya örnekleminde ülkelere ait sınıflandırma çalışmaları ele alınmış; bu kapsamda farklı sınıflandırma yaklaşımları tespit edilerek ortaya konmuştur. Afetlerin sınıflandırılmasında -ortak bir veri tabanının temelini oluşturulmasına zemin hazırlayacak- uluslararası dil birliği sağlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Afet, Afet Türleri, Afetlerin Sınıflandırılması, Tehlike, Tehlike Profilleri.

Abstract

The aim of the research is to comparatively evaluate the classification of disasters at an international level. In this context, the research; finally, international studies such as the EM-DAT classification tree, which was re-prepared in September 2023, ADRC, Sendai Disaster Risk Reduction Framework "DesInventar" classification studies and hazard profiles (HIP's) prepared within this scope; as well as country classification studies in the sample of Turkey, the United States, Canada and Australia were discussed; different classification approaches were seen and presented within this scope. International language unity should be ensured in the classification of disasters, which will pave the way for the establishment of the basis of a common database.

Keywords: Disaster, Disaster Types, Classification of Disasters, Hazard, Hazard Profiles.

GİRİŞ

Afetler sadece fen ve mühendislik alanlarında değil toplumda meydana getirdiği etkilerle sosyal bilimlerin de üzerinde durduğu önemli bir konudur. Nitekim birçok kayıpla sonuçlanan afetler aynı zamanda kamu düzeninin sarsılması ve bozulmasına neden olmaktadır. Afetler sonrasında "Nerede devlet?" sorusu, bu kapsamda asıl muhatapın kamu yönetimi olduğunun bir göstergesidir. Keza kamu yönetiminin yönetim, siyasi, hukuki ve mali bakımdan gücünün kaynağı devlettir (Önder, 2023, s. 143). Hatta afet yönetimi, "özellikle kamu yönetimi disiplininin önemli çalışma alanlarından birisidir". Keza afetlerde bütün bakışlar, ilgili devlet kurumlarına yöneltilmektedir (Karadut, 2023, s. 122). Araştırmanın amacı afetlerin sınıflandırılmasını uluslararası boyutta karşılaştırmalı olarak değerlendirmek, bu şekilde Türkiye'nin afet yönetimi yaklaşımına katkı sunmaktır.

YÖNTEM

Araştırma nitel olup betimsel tarama modelindedir. Bu araştırma yöntemi, nesnelerin, toplumların, örgütlerin yapısını ve olayların mekanizmasını tanımlamak için kullanılır (aktaran Aybek ve Aslan, 2017, s. 457). Araştırmada EM-DAT sınıflandırma ağacı, ADRC, Sendai Afet Riskini Azaltma Çerçevesi “DesInventar” sınıflandırma çalışmaları ve bu kapsamda hazırlanan tehlike profilleri (HIP’s) gibi uluslararası çalışmalar; ayrıca Türkiye, Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Avustralya örnekleminde ülkelere ait sınıflandırma çalışmaları ele alınmıştır. Bu kapsamda afetlere dair çalışma yapan uluslararası örgütlerin ve adı geçen ülkelerde konuyla ilgili kurumların resmî internet sayfaları veri toplama aracıdır. Veri toplama, analiz etme ve verilerin anlamının yorumlanmasını içeren araştırma; Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Anabilim Dalı’nda hazırlanan “Menderes Dönemi Afet Yönetimi Politikaları ve Basına Yansımaları” başlıklı yüksek lisans çalışmasından üretilmiştir.

BULGULAR

Araştırmada elde edilen bulgular; “Afet Nedir?”, “Afetlerin Sınıflandırma Çalışmalarına Uluslararası Bakış” ve “Afetler Ekseninde Karşılaştırma Örnekleri” olmak üzere üç alt başlıkta ele alınacaktır.

1. Afet Nedir?

İnsanoğlunun var oluşundan bu yana karşı karşıya geldiği afetler günümüze kadar çeşitlenerek insanlığı tehdit etmeye devam etmektedir. Bu noktada öncelikle afetin doğru tanımlanması gerekmektedir. Bir olayın meydana gelmesi mi yoksa doğurduğu sonuçlar mı afettir? Bir olayın afet şeklinde tanımlanması için hangi temel ölçütlerden söz edilebilir? Keza herkesin üzerinde anlaştığı temel ölçütlerin ortaya konması afet yönetimi için atılacak ilk önemli adımdır. Ancak afet kavramının literatürde birçok tanımının olması ve bu tanımlarda bir olayın afet olup olmadığı hakkında farklı ölçütlere yer verilmesi; afet yönetimine dair dil birliği geliştirilmesinde önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Güler, 2012, s. 7; Kadioğlu, 2022, s. 43). Hatta Türkiye’de ve tüm dünyada herkesin doğrudan kabul ettiği, üzerinde anlaştığı bir afet tanımı yoktur (İlgar, 2022, s. 1). Öyle ki afet kavramına tanım aramak veya önermek önemli hayal kırıklıklarına yol açabilen karmaşık bir iş hâline gelebilir (aktaran Perry 2007, s. 1).

Bir taraftan afet hakkında farklı tanımlar, farklı fikirler devam ederken diğer taraftan uluslararası dil birliği için çalışmalar görülmektedir. Birleşmiş Milletler (BM) tarafından afet riskinin azaltılmasına ilişkin göstergeler ve terminoloji üzerine, açık uçlu bir hükümetler arası uzman çalışma grubu kurulmuş ve uluslararası dil birliğini amaçlayan rapor Birleşmiş Milletler Genel Kurulunca 2 Şubat 2017 tarihinde kabul edilmiştir. Hazırlanan sözlük, söz konusu çalışma grubunun “United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR)” adlı resmî internet sayfasında çevrimiçi olarak yayınlanmıştır. Buna göre sözlükte afet (disaster) kavramı; tehlike (hazard), maruz kalma (exposure), zarar görebilirlik (vulnerability), kapasite (capacity) olmak üzere dört bileşenden oluşmaktadır (UNDRR, 2024). BM’nin kabul ettiği tanımda bir olayın kendisi değil doğurduğu sonuçlar afettir. Bir olayın afete neden olması; toplumları ve yerleşim birimlerini etkileyerek kayıp ve hasarlara sebebiyet vermesi, toplumun işleyişini aksatması ve baş edememesi; dış yardıma ihtiyaç duyması gibi şartlara bağlanmıştır. Dünyanın en büyük doğal afet veri tabanı olarak bilinen The International Disaster Database (EM-DAT); afetleri, insanlar üzerinde beklenmedik ve ezici bir zararlı etki içeren olaylar olarak ele almaktadır. (“What is a Disaster in EM-DAT”,

2024). Çizilen bu genel çerçevede BM'nin tanımında olduğu gibi yardım ihtiyacı, yıkım ve boyutları vurgulanırken öngörülememesi ve aniden gelişmesi de afetin bir özelliği olarak eklenmiştir. Birleşmiş Milletler başta olmak üzere uluslararası örgütlerle iş birliği yaparak afet risklerinin azaltılması sorununu küresel bir bakış açısıyla ele alan bir diğer kuruluş olan Asya Afet Azaltma Merkezi de afeti Birleşmiş Milletlerin tanımıyla örtüşecek şekilde toplumun başa çıkamaması, kapasiteyi aşması ve kayıplar yönüyle ele almıştır ("ADRC Mission and objectives", 2024). Uluslararası Kızılhaç ve Kızılay Dernekleri Federasyonu (IFRC) ise yaptığı tanımda BM'nin kabul ettiği tanım esas alınırken tehlikeli olaylar (hazardous events) ifadesine değinilmeden olayların sonucuna yani "yaygın/genel" kayıplara ve toplumun başa çıkma yeteneğini aşmasına odaklanıldığı görülmektedir (IFRC, 2012, s. 7).

Ulusal boyutta afetin nasıl ele alındığına bakıldığında ise ulaşılan tanımların uluslararası kuruluşların tanımlarıyla örtüştüğü görülmektedir. Mesela Kanada afet veri tabanı olan ve 1900'den bu yana yurtiçinde veya yurtdışında meydana gelen doğal, teknolojik ve çatışma olayı (savaş hariç) hakkında ayrıntılı afet bilgileri içeren Canadian Disaster Database (CDD); Kanada Acil Durum Yönetimi Çerçevesi'nin afet tanımı ekseninde bazı ölçütler belirleyerek bunlardan bir veya daha fazlasını karşılayanlara yer verdiğini duyurmaktadır. Bu ölçütler, bir olayın afet kategorisinde ele alınıp alınmaması bakımından da bir çerçeve çizmektedir. Söz konusu ölçütler şöyledir: 10 veya daha fazla kişinin hayatını kaybetmesi, 100 veya daha fazla kişinin etkilenmesi, ulusal/uluslararası yardım çağrısı, tarihî önemi, toplumun kendi kendine iyileşemeyeceği kadar önemli hasar/normal süreçlerin kesintiye uğraması (The Canadian Disaster Database, 2025). Avustralya'da afet riskini azaltmak ve afetlere karşı dayanıklılığı güçlendirmek için kurulmuş ulusal bir enstitü olan Australian Institute for Disaster Resilience (AIDR), terminolojide tutarlılık sağlamak ve belirsizliği önlemek amacıyla mevcut kaynaklardan gelen tanımları tek bir ulusal kaynaktan toplayarak çevrimiçi bir sözlük hazırlamıştır. Sözlükte afet ile ilgili iki ayrı tanım görülmektedir. İlkini kaynağı olarak söz konusu Avustralya Afet Dayanıklılığı Enstitüsü (AIDR), ikincisinin ise UNDRR yani Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi gösterilmiştir. Esasında afet için iki ayrı madde açılmış ise de AIDR'nin yaptığı tanım, BM'nin kabul ettiği tanımla bire bir aynıdır. Sadece tanımın sonuna bir not eklenerek ülkedeki yargısal mevzuat farklılıklarına dikkat çekilmiştir (AIDR Glossary Export, 2025, s. 170). Türkiye'de ise afet terminolojisine ve bu kapsamda dil birliğine dair önemli bir çalışma olan "Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü", T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Başkanlığı (AFAD) resmî internet sitesinde çevrimiçi olarak yayınlanmıştır. Burada afet tanımlanırken "doğa, teknoloji veya insan kaynaklı" şeklinde kategorize edilen "olay"ın sonuçlarından bahsedilmekte ve bu sonuçlar afet tanımı içinde değerlendirilmektedir (AFAD Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü, 2025). Kurumsal bir çerçeve içine alınan bu tanımın BM'nin kabul ettiği temel ölçütlerle örtüştüğü görülmektedir.

Bu durumda afetin ne olup ne olmadığına dair yöneltilen iki soru, ulaşılan cevaplardan hareketle kısaca şöyle yanıtlanabilir: "Bir olayın meydana gelmesi mi yoksa doğurduğu sonuçlar mı afettir?" sorusunun cevabı hakkında ulusal ve uluslararası kurumlarda bir uzlaşma sağlandığı görülmektedir. Meydana gelen tehlikeli her olayın afet sayılamayacağı, ancak sonuçları itibarıyla bir olayın afete dönüşebileceği konusunda hepsi hemfikirler. "Bir olayın afet şeklinde tanımlanması için hangi temel ölçütlerden söz edilebilir?" sorusunun cevaplarında ise bire bir olmasa da birbiriyle örtüşen bazı temel ölçütlerin varlığından bahsedilebilir. Bu temel ölçütlerden biri ya da daha fazlası söz konusu ise meydana gelen olay artık afet sayılabilmektedir. Toplumun işleyişi herhangi bir ölçekte aksar ya da durur. Can kayıplarına neden olur. Toplumun can güvenliğine, sağlığına ciddi zararlar verir. Evler ve kurumsal yapılar sosyal

hayata, kamu düzenine zarar verecek derecede hasar görür. Yaygın/genel çevresel kayıplara neden olur. Toplumda yaygın/genel ekonomik kayıplara neden olur. Toplumun refahına, malına ciddi zararlar verir. Toplumun başa çıkma yeteneğini aşacak veya alt edecek şekilde toplumu savunmasız bırakır; sistemde yıkım ve çöküşe yol açar. Ulusal veya uluslararası düzeyde dış yardım talebinde bulunmayı gerektirir. Olay sonucunda kaynaklar ihtiyaçları karşılayamaz hâle gelir. Olay sonucunda yapılan müdahale, gereken müdahaleyi karşılayamaz durumdadır. Toplum üzerinde beklenmedik ve ezici bir zararlı etki içerir. Zararın kamuoyundaki tepkisi büyüktür.

2. Afetlerin Sınıflandırma Çalışmalarına Uluslararası Bakış

Afetlerin sistematik olarak sınıflandırılması afet yönetiminde uluslararası boyutta çözüm odaklı faaliyetler için yüksek önem arz etmektedir. Bu kapsamda BM Afet Riskini Azaltma Ofisi (UNDRR), Acil Durum Olayları Veritabanı (EM-DAT), Asya Afet Azaltma Merkezi (ADRC) ve Sendai Afet Riskini Azaltma Çerçevesi “DesInventar” sınıflandırma çalışmalarından bahsedilebilir.

BM Afet Riskini Azaltma Ofisi (UNDRR); Sendai Afet Riskini Azaltma Çerçevesi kapsamında afetleri etki alanına, meydana gelme olasılık ve sıklığına göre, başlangıç şekillerine göre üç kategoride değerlendirmiştir. Etki alanına göre “büyük ölçekli” ve “küçük ölçekli” şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Bir ülkeyi etkileyerek ulusal veya uluslararası yardım gerektiriyorsa büyük ölçekli afet; yalnızca belli bir bölgeyi, yerel toplulukları etkiliyorsa küçük ölçekli afet şeklinde bir ayrım söz konusudur. Ayrıca sık ve seyrek afetlerden bahsedilmektedir. Afetlerin başlangıç şekilleri de ayrı bir sınıflandırmayı beraberinde getirmektedir. Buna göre yavaş ve ani başlangıçlı olmak üzere ikiye ayrılarak da değerlendirilmiştir. Yavaş başlangıçlı bir afet, zaman içinde kademeli olarak ortaya çıkmaktadır. Mesela kuraklık, deniz seviyesinin yükselmesi yavaş başlangıçlı afetlerdendir. Depremler, volkanik patlamalar, ulaşım kazaları ise ani başlangıçlı afetlerdir. Hızlı ve beklenmedik şekilde meydana gelirler (UNDRR DRR terminology, 2025).

BM kuruluşları, sivil toplum örgütleri, reasürans şirketleri, araştırma enstitüleri ve basın ajansları dâhil olmak üzere çeşitli kaynaklardan derlenen verilerden oluşan EM-DAT’ta afetlerle ilgili sınıflandırma ağacı yer almaktadır. Son olarak Eylül 2023’te yeniden hazırlanan sınıflandırma ağacı, kullanıcı sorgularını ve filtrelemeyi kolaylaştırmak için güncellenmiş ve basitleştirilmiştir. Ana sınıflandırma ağacının dört derinlik seviyesi vardır; afetler gruplara, alt gruplara, türlere ve alt türlere ayrılır. “Doğal” ve “Teknolojik” şeklinde iki ana EM-DAT afet grubu belirlenmiştir (Disaster Classification System, 2025). Sınıflandırma, afeti meydana getiren tehlikenin kaynağına göre yapılmıştır. Yani tehlikenin mahiyeti afetin türünü belirlemektedir. Bu bağlamda tehlike (hazard) kavramına da kısaca değinmek gerekmektedir. UNDRR’nin resmî internet sayfasında yer alan “Afet Riskinin Azaltılması Konusunda Sendai Çerçeve Terminolojisi” tehlikeyi “Can kaybı, yaralanma veya sağlık sorunlarına, mal hasarına; sosyal, ekonomik veya çevresel bozulmaya neden olabilecek bir süreç, olgu veya insan etkinliği” olarak tanımlamaktadır (UNDRR DRR terminology, 2025). Sonuç olarak tehlike, afetlerin kaynağıdır; tehlikenin kökeni ise afetin türünün belirlenmesinde, dolayısıyla afet yönetimine bir standart getirilmesinde önem arz etmektedir. “Tehlike”nin önemine binaen EM-DAT “Sınıflandırma Sözlüğü”nde tehlike türleri de tablolar hâlinde açıklanmıştır. Ayrıca EM-DAT kapsamının ötesinde olan farklı tehlike türlerinin tanımlarıyla ilgilenenler için kapsamlı bir sözlüğe de internet sayfasında yer verildiği görülmektedir. Sözlüğün “afet riski azaltma ve risk bilgilendirilmesinin uygulanmasını desteklemek” için dünya çapında bilim insanları ve uzmanlar tarafından geliştirildiği, hükûmetlere ve paydaşlara risk azaltma ve yönetimi konusundaki stratejilerini ve eylemlerini

bilgilendirmek için ortak bir tehlike tanımları seti sağladığı vurgulanmaktadır (Classification Glossary, 2025).

Bu bağlamda İngilizce “Hazard Information Profiles” tamlamasının kısaltması olarak HIP olarak bilinen Tehlike Bilgi Profilleri’nde 302 özel tehlikenin adı ve açıklaması yer almaktadır. Sendai Afet Riski Azaltma Çerçevesi 2015-2030 ile uyumlu olarak afet riski azaltma ve risk bilgili yatırımın uygulanmasını desteklemek için önemli bir kaynak sağlayan HIP’ler; “Meteoroloji ve Hidroloji”, “Dünya Dışı”, “Jeo-tehlikeler”, “Çevresel”, “Kimyasal”, “Biyolojik”, “Teknolojik”, “Sosyal” olmak üzere sekiz tehlike türüne ayrılmıştır. Her tehlike türü ayrıca küme türüne göre ayrılır ve değişken sayıda belirli tehlikeyi kapsar. Tehlike Bilgi Profilleri’nin çevrimiçi referansı ise Aralık 2023 itibarıyla mevcuttur (HIPs online reference, 2025). HIP’ler toplumu etkileme potansiyeli olan tehlikeleri yeniden gruplandırıp tanımlamıştır. Örneğin “Biyolojik” tehlike kümeleri arasında “Gıda Güvenliği” de bulunmaktadır. Yine “Ruh Sağlığı” kümesinin tek özel tehlikesi olan ve “intihar paktı, toplu intihar, intihar bulaşması, intihar taklidi, toplu intihar” eşanlamlarıyla verilen “intihar kümesi” de bir özel tehlike olarak yer almaktadır (HIPs online reference, 2025). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), her 40 saniyede bir kişinin dünyanın bir yerinde intihar ederek öldüğünü, özellikle 15-29 yaş aralığındaki gençlerin arasında intiharın küresel olarak ikinci önde gelen ölüm nedeni olduğunu açıklamaktadır (World Health Organization, 2014, s. 3). Böylelikle intiharların da büyük oranda ölümlerle sonuçlanan bir “ruhsal” salgın olarak “biyolojik” kategoride ele alındığı anlaşılmaktadır. Bir örnek de “UV Radyasyonu”nun bir tehlike olarak tanımlanmasıdır (HIPs online reference, 2025). Böylelikle afetlerle ilgili bir sınıflandırmada UV Radyasyonu da yerini almıştır. Nitekim Dünya Sağlık Örgütü (WHO), “Son on yıllarda cilt kanseri vakalarındaki artış, açık hava aktiviteleri sırasında güneşe maruz kalmanın artması, solaryum ve solaryum gibi yapay UV radyasyon kaynaklarıyla güçlü bir şekilde ilişkilidir” demektedir (“Ultraviolet radiation”, 2025).

Afetlerin uluslararası boyutta tasnifinde GLIDE numarasından da bahsedilmelidir. Asya Afet Azaltma Merkezi (ADRC) tarafından her bir afet türü için önerilen küresel kimlik numarası; UNDRR, IFRC, Dünya Bankası, Avrupa Komisyonu ve Afet Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi (CRED) gibi uluslararası kuruluşlar tarafından desteklenmiş ve ortaklaşa yeni bir girişim olarak başlatılmıştır. 2004 yılının başından beri, GLIDENumber.net internet sayfasında ortak kurumlar tarafından bildirilen ve ADRC tarafından keşfedilen tüm yeni afet olayları için GLobal IDentifier numaraları (GLIDE) üretilmektedir (GLIDE, 2024). GLIDE numarası afetlerin tanımlanmasında küresel bir yaklaşım sunmakla birlikte afetlerin sınıflandırılması bakımından da önemlidir. GLIDE numarası bileşenleri içinde “afet” ya da “tehlike” değil olay (event) terimi kullanılmıştır (GLIDE Search, 2025). Ayrıca doğal afetlere neden olan olaylar ağırlıklı ve ayrıntılı olarak gösterilmiştir. “Teknolojik afet” ve “kıtlık” ayrıca kodlanmış, bunun dışında kalan afetler için “diğer” seçeneği konulmuştur. Bunların yanı sıra kompleks (karmaşık) acil durum seçeneği verilmiştir. Bir ülke ya da bölgede iç ve dış çatışmalar nedeniyle otorite kısmen veya tamamen çökmüşse ve çok yönlü insani yardım ihtiyacı hasıl olmuşsa karmaşık acil durum (complex emergency) söz konusudur. Şiddet ve can kaybının yaygınlaşması; olağandışı nüfus hareketleri yani çok sayıda sivilin yerinden edilmesi; sosyal ve ekonomik hasarın yaygın olması; önemli miktarda ve birçok yönden uluslararası yardıma ihtiyaç duyulması; insani yardımın siyasi ve askeri sebeplerle engellenmesi; insani yardım görevlilerinin de güvenliklerinin risk altında olması karmaşık acil durumların başlıca özellikleri arasında yer almaktadır (AFAD Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü, 2025).

Uluslararası sınıflandırılma denilince Sendai Afet Riskini Azaltma Çerçevesi kapsamında hazırlanan “DesInventar” önemli bir kaynaktır. Birleşmiş Milletler (UN), 2020’de yayınladığı tehlike tanımı ve

sınıflandırma incelemesi teknik raporunda yazılım sistemi ilk olarak 1994 yılında geliştirilen DesInventar'ın ülkelere göre afet kaybına dair en popüler veri tabanlarından biri olduğunu vurgulamaktadır (United Nations, 2020, s.17). DesInventar metodolojisi ile ilgili verilen bilgide “doğal afetler” vurgusu olmakla birlikte DesInventar Analiz sayfasında “afet tipi” başlığı olan sekmeler dizininde doğal olmayan afetlere dair de sekmeler bulunmaktadır. Bu kapsamda DesInventar'ın “tehlike” kavramı yerine “afet”i kullandığı da belirtilmelidir. DesInventar'da gök gürültüsü (Thunder), mahsur kalma(stuck) ve jeomedikal (geomedical) de bir afet tipi olarak tanımlanmıştır. EM-DAT'ta şimşek/gök gürültülü fırtınalar (Lightning/Thunderstorms), HIP Tehlike Bilgi Profillerinde ise gök gürültülü fırtına (Thunderstorm) tehlike tipleri olsa da sadece gök gürültüsü bulunmamaktadır (Disaster Classification System, 2025; HIPs online reference, 2025). Tıbbi jeoloji anlamına gelen Jeomedikal ise Jeolojik süreç ve materyallerin insan sağlığı üzerinde yarattığı tehlikelerdir. İnsan sağlığına doğada en tehlikeli maddenin arsenik olduğu bilinmektedir. Ayrıca ağır metaller; yeraltı suları ya da diğer yollarla sağlığı olumsuz etkilemektedir (Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü, 2025, s. 36).

Avustralya Afet Dayanıklılığı Enstitüsü (AIDR) resmi internet sayfasında bulunan ve ülkedeki afetleri görsel olarak keşfetmek için etkileşimli (Disaster Mapper) veri tabanıdır. 1875 yılından 2025'e kadar seçilen zaman aralıklarında ve 17 kategoriye ayrılmış afetlerle ilgili arama yapılabilmekte ve detaylı bilgiler edinilebilmektedir (Australian Disaster Resilience Knowledge Hub, 2025). Doğal ve teknolojik afetlerin yanı sıra “kriminal” seçeneği sunulması, HIPs sosyal tehlike profilleriyle yakınlık göstermektedir. Söz konusu deprem haritalayıcısının ulusal bir veri tabanı olduğu göz önünde bulundurulduğunda ülkenin doğal ve çevre şartları, afet geçmişi düşünülerek kategori belirlenmesi kaçınılmazdır.

Kanada Acil Durum Yönetimi Politikası ve Ulaşım Müdürlüğü, ülkedeki acil durum yönetimi çerçevesine dair hazırladığı kitapta afetler; kökeni itibarıyla jeofizik veya biyolojik ortamda bulunan “doğal afetler” ve kötü niyetli veya kasıtsız insan eylemi veya hatasıyla gerçekleşen “teknolojik arızalar, kazalar”a terörist eylemleri de dâhil edilerek afetler ana hatlarıyla üçe ayrılmıştır (An Emergency Management Framework for Canada, 2017, s. 21). “Kanada Afet Veritabanı Referansı-Semboller ve Tanımlar için Referans Tablosu”nda da aynı yaklaşımla bu sefer hazard (tehlike) kelimesi kullanılarak afetlerin kaynağı vurgulanmıştır ve her tehlike tanımlanmıştır. Bu sınıflandırmanın diğer sınıflandırmalardan farklı olarak dikkati çeken bir özelliği ise “şaka”nın terörist eylemler içinde değerlendirilerek bir tehlike tipi olarak kodlanmasıdır. Keza kodlanırken İngilizce “Terrorist” ve “Hoax” kelimelerinin ilk harfleri alınmış ve “TH” kodu oluşturulmuştur. Kelime “Başkalarını uydurma bir ögenin veya durumun gerçek olduğuna veya gerçekten yaşandığına inandırmak için yapılan bir plan” şeklinde tanımlanmıştır. Elbette ulusal bir veri tabanında, afet geçmişinin göz önüne alınarak tehlike profillerinin özelleşmesi beklenen bir sonuçtur. Nitekim Kanada Afet Veritabanı (CDD), 1900'den bu yana yurt içinde veya yurt dışında meydana gelen ve Kanadalıları doğrudan etkileyen 1.000'den fazla doğal, teknolojik ve çatışma olayı (savaş hâric) hakkında ayrıntılı afet bilgileri içermektedir (Canadian Disaster Database Reference, 2025).

Amerika Birleşik Devletleri Federal Coğrafi Veri Komitesi (FGDC) İç Güvenlik Çalışma Grubu Semboloji Referans Tablosu'nda afetler sınıflandırılırken iki ana grup söz konusudur: Natural Events (Doğal olaylar) ve Incident (olaylar, kazalar, hadiseler, özel durumlar). Burada “olay” tabirinin kullanıldığı görülmektedir. Her iki grupta da sınıflandırma yapılırken theme (tema) kavramı kullanılmıştır. Temalar da alt özelliklere ayrılmıştır (Symbology Reference, 2025). Ülkemize gelince AFAD resmî internet sayfasında afet türleri ile ilgili iki tip sınıflandırma mevcuttur. Birincisinde afetler “doğal” ve “insan kaynaklı” olarak ikiye ayrılmaktadır. Doğal afetler ise “yavaş” ve “ani” gelişmelerine göre iki sınıfta ele alınmıştır (AFAD Afet

türleri, 2025). Bu sınıflandırma tarzı; BM Afet Riskini Azaltma Ofisi (UNDRR) resmî internet sayfasında bulunan çevrimiçi sözlükteki sınıflandırma ile örtüşmektedir (UNDRR DRR terminology, 2024). Diğer sınıflandırma ise dünyada gözlenen afet türlerine dairdir. Sınıflandırmada dikkati çeken ilk özellik, yukarıda bahsedilen sınıflandırmalarda bulunmayan “göçler”in bir afet olarak tanımlanmasıdır.

3. Afetler Ekseninde Karşılaştırma Örnekleri

Bu başlık altında sınıflandırma çalışmalarında afetlerin nasıl konumlandırıldığı ve kullanılan terminoloji, kongrenin sayfa sınırlaması çerçevesinde “sel” ve “yangın” olmak üzere iki örnekle açıklanmaya çalışılacaktır. Sel, afet tipleri ekseninde bakıldığında EM-DAT veri tabanında -beş alt tipiyle birlikte- 5856 kayıtlı ilk sırada yer almaktadır. Tüm afet tehlike alt tiplerinde ise 2657 kayıtlı nehir taşkınları ikinci sıradadır (Disaster Classification System, 2025). Aynı zamanda GLIDE numarası bileşenleri içinde yer alan “sel” tek başına 2257 kayıtlı ilk sıradadır (GLIDE Search, 2025). Sel ile ilgili en yaygın ayırım “ani sel” ve “sel” şeklindedir. EM-DAT, HIP’ler, GLIDE’de böyledir (Disaster Classification System, 2025; HIPs online reference, 2025; GLIDE Search, 2025). Asya Afet Azaltma Merkezi (ADRC) resmî internet sayfasında bulunan çevrimiçi Afet Bilgi Arşivi’ndeki afet listesi birkaç farklılıkla GLIDE numarası bileşenleri içinde yer alan afet türleri ile aynıdır. Buna “sel” ve “ani sel” de dâhildir (ADRC Disaster Information Archive, 2024). “Ani sel”i “sel”den ayıran özellik ise kısa bir zaman diliminde meydana gelen ve ani akışa neden olan, yağış sırasında veya sonrasında birkaç dakika veya saat içinde taşkın koşulları yaratan yoğun veya aşırı yağış oluşudur (Classification glossary, 2025). Dünya Meteoroloji Örgütü “sel”i iki şekilde tanımlamaktadır: Bir akarsu veya su kütlesinin su seviyesinde, genellikle kısa süreli, su seviyesinin daha yavaş bir oranda çekildiği bir zirveye yükselme./Kademe yüksekliği veya deşarjla ölçülen nispeten yüksek akış. Dünya Meteoroloji Örgütü’nün ani sel tanımı ise şöyledir: “Nispeten yüksek bir tepe deşarjı olan kısa süreli sel.” (WMO Technical Regulations, 2021, s. XIV). Ancak “DesInventar” Afet Bilgi Yönetim Sistemi veri tabanında “sel” ve “ani sel baskını” şeklinde bir ayırım mevcut değildir (Sendai Framework For Disaster Risk Reduction, 2025). AFAD’da da böyle bir ayırım mevcut değildir. Afet Yönetimi Terimleri Çevrimiçi Sözlüğü’nde “ani sel”e dair bir tanım yapılmamakla birlikte ani gelişen afet (İng. rapid onset disaster) terimi açıklanırken aniden ortaya çıkan doğa kaynaklı afetler arasında sayılmaktadır. Bunun yanında “sel” tanımlanırken oluşum hızına göre yavaş, hızlı ve ani olmak üzere üçe ayrılmıştır (AFAD Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü, 2025).

Yangına gelince EM-DAT yangınları kategorilere ayırırken sadece orman, çalılık, mera yangınlarını “doğal” kategoride ele almış; bunun dışında kalan çeşitli yangınları “teknolojik” sınıfına dâhil etmiştir (Disaster Classification System, 2024). Ancak bu hususta ulusal ve uluslararası sınıflandırma çalışmalarında farklılıklar mevcuttur. HIPs adı verilen tehlike bilgi profillerinde, orman yangınları “çevresel” kategoride yer alırken volkanik patlama sırasında ve sonrasında meydana gelen kentsel yangınlar “jeo-tehlike”, diğer yangınlar ise “teknolojik” kategorisinde yer almaktadır. Bu durumda yangının kaynağı, nedeni hangi tehlike kategorisine dâhil edileceğini belirlemektedir (HIPs online reference, 2024). Afetlerin tanımlanmasında küresel bir yaklaşım sunan GLIDE, “orman yangını” ve genel olarak “yangın”ı teknolojik afetlerin dışında değerlendirmiştir (GLIDE Search, 2024). Nitekim “yangın” denilirken herhangi bir sınırlandırıcı ifade kullanılmamıştır. Bu bağlamda Avustralya Afet Dayanıklılığı Enstitüsü (AIDR) afet kategorilerinde yangın “kentsel” ve “orman” alanları şeklinde ayrımı yapılarak doğal afetler kapsamına alınmıştır (Australian Disaster Resilience Knowledge Hub, 2025). “DesInventar” Afet Bilgi Yönetim Sistemi’nde üst sınıflandırma yapılmadan doğrudan afet isimleri sıralanmakla birlikte “orman yangını” ve genel anlamda “yangın” ayrı olarak değerlendirilmiştir (Sendai Framework For Disaster Risk Reduction,

2025). Kanada afet veri tabanı olan Canadian Disaster Database (CDD) ise orman yangınlarını “doğal” kategoride saymış; bunun dışındaki yangınları “teknolojik” kaynaklı olarak değerlendirmiştir. Bu durumda mesela bir kasabayı, bir şehri küle çeviren yangınlar doğal afet olmayıp teknolojik afettir içermektedir (Canadian Disaster Database Reference, 2025). Amerika Birleşik Devletleri Federal Coğrafi Veri Komitesi (FGDC) İç Güvenlik Çalışma Grubu Semboloji Referans Tablosu’nda ise yangının “doğal” afet sayılmadığı anlaşılmaktadır. Bu hususta ilk dikkati çeken husus “yangın” temasının sınıflandırılış şekli ve detaylandırılmasıdır. Orman yangını, konut yangını, konut dışı yangınının yanı sıra okul yangını ve bakım evleri, destekli yaşam merkezleri gibi özel tedavi tesislerini etkileyen “özel ihtiyaçlı yangın” gibi yangının konumuna göre özellikler oluşturulduğu görülmektedir. Yine “yangının üstünde yükselen yanmanın gözle görülür ürünleri” olan “duman” ve “yoğun yangın aktivitesinin ve artan ısının olduğu alan veya yangının özellikle aktif bir bölümü” olan “sıcak nokta” bu alt özelliklerden biridir (Incidents Symbology Reference, 2025). Ülkemize gelince AFAD resmî internet sayfasında orman yangınlarının hem iklimatik hem de biyolojik türde yer alması yangının kaynağındaki farklılıkların göz önünde bulundurulduğunu göstermektedir. Orman yangınları dışındaki yangınlar ise detaylandırılmadan “yangın” seçeneği ile sosyal afetlerde yer almaktadır (AFAD Afet türleri, 2025). AFAD’ın resmî internet sayfasında bulunan Başkanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezi Yönergesi EK-7/a (T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Afet ve Acil Durum Raporu) formunun “afet türü” bölümüne yazılacakları gösteren dipnotta sadece “yangın” seçeneği olmakla birlikte “Detay Bilgileri”nde “yangının nedeni”ne dair not düşülmesiyle bir ayrım söz konusudur (AFAD, Başkanlık AADYM Yönergesi, ty, s. 20). Meteoroloji Genel Müdürlüğü ise meteorolojik karakterli doğal afetler kapsamına orman yangınlarını da almaktadır (“Meteorolojik Olaylar ve Korunma Yöntemleri”, 2025).

SONUÇ VE TARTIŞMA

Araştırma sonucunda afetin tanımlarında meydana gelen tehlikeli her olayın afet sayılamayacağı, ancak sonuçları itibarıyla bir olayın afete dönüşebileceği konusunda ve afete dair temel ölçütlerde uluslararası dil birliği için yapılan çalışmalarda önemli bir yol katedildiği görülmüştür. Nitekim Birleşmiş Milletler (UN) 2020’de yayınladığı raporda “tehlike”lerin standart bir tanımının yapılmasının öneminden bahsetmektedir. Raporda tehlikelerin standart bir tanımının yapılmasının dünya çapındaki afet olaylarının kaynakları veya tetikleyicileri arasındaki ilişkilerin kurulması için temel oluşturduğu vurgulanmaktadır. Rapora göre standartlaştırılmış tanımlarla birlikte uluslararası bir tehlike referans seti, gelecekteki olayların tahminine faydalı bir katkı sağlayan tek tip bir kayıp verisi/bilgisi veri tabanının temelini oluşturmaktadır. Bu tür bir standardizasyon daha sonra risk yönetiminin tüm yönlerinde, çoklu tehlike risk değerlendirmelerinden uyarılara ve ikazlara, afet müdahalesi ve kurtarmaya, uzun vadeli planlamaya ve kamu bilincine kadar kullanılabilir. Böylece, dünya çapında tutarlı ve uygun şekilde birleştirilmiş daha iyi tehlike ve risk bilgileriyle donatılmış olarak, yerel ve ulusal ölçeklerdeki topluluklar gelecekteki olayların etkilerini azaltacak veya azaltmak için en iyi olası stratejileri belirleyebilecektir (United Nations, 2020, s. 19). Ancak afetlerin sınıflandırılması hakkında uluslararası çalışmalarda bir birlik görülmediği tespit edilmiştir. Nitekim UNDRR’nin 2020 yılında yayınladığı raporunda bu kapsamda veri tabanları dâhil olmak üzere bu veri sistemlerinde bir tutarlılık eksikliği olduğundan bahsedilmektedir (United Nations, 2020, s. 17). Ortak bir terminoloji ile afet riskini azaltma ve risk bilgisi yatırımın uygulanmasını destekleyen uluslararası düzeyde ortak bir veri tabanı geliştirilmelidir. Bu, sadece afet öncesi değil, afetlere hızlı ve zamanında müdahalede iletişimi de güçlendirecektir.

KAYNAKÇA

- An Emergency Management Framework for Canada*, (2017). Ottawa: Emergency Management Policy and Outreach Directorate Public Safety Canada.
- Asian Disaster Reduction Center (ADRC) (2024, 27 Ekim). Mission and objectives. Erişim adresi: <https://www.adrc.asia/aboutus/>
- Asian Disaster Reduction Center (ADRC) (2024, 30 Aralık). Disaster Information Archive. Erişim adresi: https://www.adrc.asia/latest_disaster.php
- Australian Institute for Disaster Resilience (AIDR) (ty). *Glossary Export* (s. 1-706) Erişim: 12 Ocak 2025, <https://knowledge.aidr.org.au/temp/glossarydownloads/cda82754-aa53-46f8-a282-849beac4d24d.pdf>
- Australian Institute for Disaster Resilience (AIDR) (2025, 12 Ocak). Australian Disaster Resilience Knowledge Hub DisasterMapper. Erişim adresi: <https://knowledge.aidr.org.au/disasters/>
- Aybek, B. ve Aslan, S. (2017). An analysis of the self-regulation levels of prospective teachers in terms of certain variables. *Journal of Theory and Practice in Education*, 13(3), 455-470.
- Community early warning systems: guiding principles* (2012). Geneva: International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC).
- EM-DAT The International Disaster Database (2025, 01 Ocak). Disaster classification system. Erişim adresi: <https://doc.emdat.be/docs/data-structure-and-content/disaster-classification-system/>
- EM-DAT The International Disaster Database (2024, 16 Ekim). What is a disaster in EM-DAT? Erişim adresi: <https://doc.emdat.be/docs/data-structure-and-content/general-definitions-and-concepts/>
- Federal Geographic Data Committee (FDCG) (2025, 01 Ocak). Symbology Reference. Erişim adresi: <https://www.fgdc.gov/HSWG/index.html>
- Federal Geographic Data Committee (FDCG) (2025, 01 Ocak). Incidents Symbology Reference. Erişim adresi: https://www.fgdc.gov/HSWG/ref_pages/Incidents_ref.htm
- GLIDENumber (2025, 04 Ocak). GLIDE Search. Erişim adresi: <https://glidenumber.net/glide/public/search/search.jsp>
- GLIDENumber (2024, 30 Ekim). GLobal IDentifier Number (GLIDE). Erişim adresi: <https://glidenumber.net/glide/public/about.jsp>
- Güler, E. (2012). *Afet Yönetimi: Cumhuriyet Dönemi Afet Yönetimi Mevzuatı ve Uygulaması* (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Hazard Information Profiles (HIPs) online reference (2025, 01 Ocak). <https://www.preventionweb.net/drr-glossary/hips>
- Ilgar, R. (2022). *Doğal Afetler ve Afet Yönetimi (EMDAT Kriterlerine Göre)*. Paradigma Akademi Basın Yayın Dağıtım: Çanakkale.
- Kadioğlu, M. (2022). *Afet Yönetimi Beklenmeyeni Beklemek, En Kötüsünü Yönetmek*. Marmara Belediyeler Birliği: İstanbul.
- Karadut, İ. C. (2023). “Bir Kamu Siyaseti Olarak Afet Yönetimi”. H. Şengün, Ö. Önder ve M. Yaman (ed.). içinde *Afet Yönetimi ve Politikaları*. (s.117-135). Ekin Basım Yayın Dağıtım: Bursa.
- Önder, Ö. (2023). “Türk Kamu Yönetiminde Afet Yönetiminin Kurumsal Yapısı ve İdari Dönüşümü”. H. Şengün, Ö. Önder ve M. Yaman (ed.). içinde *Afet Yönetimi ve Politikaları*. (s.139-184). Ekin Basım Yayın Dağıtım: Bursa.
- Perry, R. W. (2007). “What Is a Disaster?”. H. Rodríguez, E. L. Quarantelli ve R. R. Dynes (ed.). içinde *Handbook of Disaster Research*. (s.1-15). Springer: New York.

- Preventing suicide A global imperative* (2014). Luxembourg: World Health Organization.
- Public Safety Canada (2025, 18 Ocak). The Canadian disaster database. Erişim adresi: <https://www.publicsafety.gc.ca/cnt/rsrscs/cndn-dsstr-dtbs/index-en.aspx>
- Sendai Framework For Disaster Risk Reduction (2025, 15 Ocak). Analysis (Türkiye). Erişim adresi: <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp?countrycode=tur&continue=y>
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü (2025, 16 Ocak). *19.08.2008 tarih ve 10337 sayılı Plana Esas Jeolojik, Jeolojik- Jeoteknik ve Mikrobölgeleme Etüt Genelgesi* (s. 1-43). Erişim: https://webdosya.csb.gov.tr/db/mpgm/icerikler/3-2008-10337-no_lu-genelge-20220729153001.pdf
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2025, 04 Ocak). Meteorolojik Olaylar ve Korunma Yöntemleri. Erişim adresi: <https://mgm.gov.tr/genel/korunma-yontemleri.aspx>
- T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (2025, 12 Ocak). Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü. Erişim adresi: <https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimleri-sozlugu>
- T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (2025, 12 Ocak). Afet türleri. Erişim adresi: <https://www.afad.gov.tr/afet-turleri>
- T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (ty). Başkanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezi Yönergesi (s. 1-37) Erişim: 17 Ocak 2025, https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/2310/files/BASKANLIK_AADYM_YONERGESI.pdf
- Technical Regulations Basic Documents No. 2 Volume III-Hydrology* (2021). Geneva: World Meteorological Organization.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) (2025, 18 Ocak). Disaster risk reduction (DRR) glossary. Erişim adresi: <https://www.undrr.org/drr-glossary/terminology#>
- United Nations (2020). *Hazard Definition & Classification Review Technical Report* (s. 1-88) Erişim: 12 Ocak 2025, <https://www.undrr.org/media/47681/download?startDownload=20250112>
- World Health Organization (WHO) (2025, 14 Ocak). Ultraviolet radiation/prevention. https://www.who.int/health-topics/ultraviolet-radiation#tab=tab_2

Osmanlı Padişahlarının Karakteristik Özelliklerinin Siyasi ve Psikolojik Etkileri

Tayyip SEYFİ¹

¹E-mail: typ.seyfi66@gmail.com; Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Tarih Bölümü, Sivas / Türkiye.

Özet

Bu çalışma, Osmanlı Devleti'nin yönetim anlayışının, topraklarının genişlemesinde ve iç ve dış nedenlerin etkisiyle nasıl yön verdiğini ayrıntılı olarak incelemektedir. Devletin uzun yıllar hayatta kalması ve geniş toprakları, yalnızca askeri yönüyle değil, bunun yanı sıra güçlü ve düzenli bir yönetim anlayışı ve halkla kurulan ilişkilerle de desteklenmiştir. Özellikle Osmanlı Devleti padişahlarının karakteristik özellikleri, devletin işleyiş mekanizmasında önemli bir yere sahiptir. IV. Murat ve IV. Mehmet gibi iki padişahın kişilikleri, hem iç hem de dış siyasetteki planlarını büyük ölçüde şekillendirmiştir. IV. Murat, düzenli ve disiplinli yönetim tarzı ve katı ve sert yönüyle bilinirken, IV. Mehmet daha eğlenceye düşkün bir yaklaşım benimsemiş ve bu da halkla olan ilişkisini derinden etkilemiştir. Her iki padişahın birbirinden çok farklı yönetim anlayışları, Osmanlı toplumunun sosyal yapısına, yaşam tarzına, alışkanlıklarına ve halk psikolojisini de yön vermiş, bu anlayışların tesirleri dönem kaynaklarına ve araştırma eserlerine göre incelenmiş ve analiz edilmiştir. Bu makale, bu padişahların farklı kişiliklerinin, Osmanlı Devleti'nin politik, sosyal ve psikolojik yapıları üzerindeki etkilerini ayrıntılı bir şekilde ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karakteristik özellikler, Osmanlı İmparatorluğu, Yönetim.

Abstract

This study provides an in-depth analysis of how the administrative structure of the Ottoman Empire was shaped by its territorial expansion and the influence of internal and external factors. The empire's longevity and vast borders were supported not only by military successes but also by a robust administrative understanding and strong relationships with the populace. In particular, the personal characteristics of the sultans played a decisive role in state administration. The characters of two sultans, Murad IV and Mehmed IV, greatly influenced their strategies in both domestic and foreign policies. Murad IV was known for his disciplined management style and stern demeanor, while Mehmed IV adopted a more convivial approach, which shaped his connection with the people. The administrative styles of both sultans affected the social structure and public psychology of Ottoman society, and these effects are examined based on significant sources of the period. This article elaborates on the impacts of these sultans' distinct personalities on the political, social, and psychological structures of the Ottoman Empire.

Keywords: Characteristic features, Ottoman Empire, Management

GİRİŞ

Osmanlı Devleti'nin güçlü yönetim yapısı ve geniş toprakları, iç ve dış pek çok unsurun etkisiyle şekillenmiştir. Bu evrede, padişahların karakteristik özelliklerinin devletin yönetimine, sosyal yapıya, alışkanlıklara ve halk psikolojisine etkisi önemsenebilecek kadar büyük olmuştur. IV. Murad ve IV. Mehmet, bu bağlamda özellikle dikkat çeken sultanlar arasında yer alır. Her iki sultan da farklı kişilik özellikleri ve yönetim anlayışlarıyla Osmanlı Devleti'nin tarihinde iz bırakmışlardır. Aşağıda her iki padişahında dönemin kaynaklarına göre karakteristik özellikleri olabildiğince detaylı olarak verilmiştir. Bu yazıda, her iki sultanın karakteristik özelliklerinin siyasi ve psikolojik etkileri ele alınacaktır.⁶

IV. Murat:

Osmanlı padişahlarından olan Sultan Murat kurnaz ve zeki biriydi. Bu zekiliği zamanında karısı, çocuğu olmayan bir adam hacca gitmeye kara verir. Mallarını bir hocaya emanet verir ancak hacca gidip gelince hocadan mallarını ister ancak hoca adamın mallarını zimmetine geçirir ve vermez. Bu durum sultanın kulağına gidince aklını ve kurnazlığını kullanarak durumu ortaya çıkarır ve malları sahibine teslim eder.⁷

Yorulmak bilmez, acımasız, intikam almayı kafasına koyan, kararlılık ve sert bir karakteristik bir yapıya sahipti bu yapısı nedeniyle asilerin ve fitne çıkaranların haddinden gelerek devlet yönetiminde büyük başarılar sağlamıştı. Sultan Murat sadece devlet yönetimindeki başarılarıyla değil aynı zamanda şakacı⁸ ve neşeli bir kişiliğiyle tanınan bir hükümdardı. Sultan, şakacı ve eğlenceye düşkün bir padişahı. Kendisi gibi şakaya meyilli olan Kahvecizade Sultana eğlence olmak için Diyarbakırlı lehçesiyle bir hiciv tarzında kadehnâmeler ithaf etmiştir.⁹ Kendisi çok kan döktüğünden dolayı her gün adam öldürttüğünden kasapbaşı dediklerinde komik bulur gülümserlerdi.¹⁰

Mizah anlayışı gelişmiş, zaman zaman etrafındakilere nükteli sözler söyleyen ve latifeler yapan biri olarak bilinir. Hem saray halkıyla hem de vezirleriyle samimi bir iletişim kurar, saraydaki ünlü ve yetenekli kişiler ile ilgilenerek devletin yönetiminde görev almaya çalışarak,¹¹ espri yeteneğini kullanarak ortamı neşelendirmeyi severdi. Sultan heveslenip matrakbâzlık yapmaya da çalışmıştır. Onun bu yönü hem çevresindekilerin sevgisini kazanmasını sağlamış hem de devlet işlerini yürütürken zaman zaman gerginliği

⁶Bu çalışma Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tarih A.B.D.'da tarafımızca hazırlanmakta olan "Osmanlı Tarihinde İki Hükümdar: IV. Murat ve IV. Mehmet'in Karşılatırması" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

⁷ J. B. Tavernier, *Topkapı Sarayında Yaşam*, çev. Perran Üstündağ (İstanbul: Çağdaş Yayınları, 1984), 130.

⁸ 21 Şubat 1630 tarihinde Altın Suyu denilen nehir kenarına giderken Sultan Murat altı-yedi kişilik grupta veziriazam ile buluşarak yolda eğlence ve şakalar yapılmıştı. Naima Mustafa Efendi, *Tarih-i Na'ima (Ravzatü'l-Hüseyn Fi Hulaseti Ahbari'l-Hafikayn)*, cilt 2, haz. Mehmet İbşirli (Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları, 2007), 653.

⁹ Evliya Çelebi, *Günümüz Türkçesiyle Evliya Çelebi Seyahatnamesi: Bağdat-Basra-Bitlis-Diyarbakır-İsfahan-Malatya-Mardin-Musul-Tebriz-Van*, haz. Seyit Ali Kahraman ve Yücel Dağlı, cilt 4, kitap 1 (İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2010), 67.

¹⁰ Evliya Çelebi, *Günümüz Türkçesiyle Evliya Çelebi Seyahatnamesi: İstanbul*, haz. Seyit Ali Kahraman ve Yücel Dağlı, cilt 1, kitap 1 (İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2003), 215.

¹¹ Topçular Kâtibi Abdulkadir (Kadri) Efendi, *Topçular Kâtibi Abdulkadir (Kadri) Efendi Tarihi (Metin ve Tahlil)*, haz. Ziya Yılmaz (Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları, 2003), 931.

azaltarak daha rahat bir ortam oluşmasına yardımcı olmuştur. Sultan Murat edebiyata ilgi duyar ve edebi bir yönü de vardı, Nefi'yi¹² yanına çağırıp hicivlerini okutur, şair Tifli Çelebi'den şehname dinlerdi.¹³ Muradi mahlası ile şiirler kaleme almıştır. Vezirleri ve Şeyhülislamı ile toplanıp birbirlerine karşılıklı şiirler okurlar ve dinlerlerdi.

Sultan Murat'ın zorbalığa varan sert bir mizacı vardı. Kan dökmekten zevk alır, geceleri sokaklarda yalın kılıç dolaşarak karşısına çıkanı öldürmüştür.¹⁴ Sarhoş olduğunda pencereden rastgele ok atar, kıyafet değiştirerek sebepsiz yere insanlara saldırırdı. Halk arasında büyük bir korku yarattığından, adını anmaya bile cesaret edemezlerdi. On yedi yıllık hükümdarlığında, birçok paşa ve devlet adamı dâhil olmak üzere birçok kişinin ölümüne sebep olmuştur. Sultan Murat Revan fethinden sonra bu şehre Karabağlar'a gelip konakladığında eski zamanlarda askerine emir verip şehri bir anda yakıp yıktı, halktan ölenler oldu.¹⁵ Böyle kan dökücü olmasına rağmen büyük ve küçükle iyi ilişkiler kurup aracısız söyleşirdi.

Sultan Murat müsriflikten kaçınmaya çalışmış oldukça tutumlu bir yapıya sahipti. Koçi Bey gösteriş ve ihtişamın devletin çözülme sebeplerinden biri olarak görmüş ve bu konu hakkında Murat'ı teşvik etmiş bu sayede sultan tasarruflara başlamış tasarrufları sandıklar içinde saklanmıştır. Sultan Murat'ın ölümünden sonra, yerine geçen Sultan İbrahim tasarruf sonrası biriken hazine her biri 15.000 bin altın olan 4.000 kese bulmuştur.¹⁶ Sultan bu keseleri bizzat eliyle mühürlemiştir. Murat'ın mührü diğer sultanlarınkinden farklıdır, yalnızca hüküm süren sultanın adı eklenirdi. Sultanın mühründe ise şu ifadeler yer almaktadır. Allah'tan bir zafer ve yakın bir fetih. (Nasrun min Allahi ve fethun karîb). Bu dönemde yaşayan Venedikli Pietro Foscarini Sultan Murat'ın Osmanlı padişahları arasında en zengini olarak tasnif etmiştir.¹⁷

IV. Mehmet:

Sultan Mehmet'in çekingen ve mahcup bir mizaca sahip olduğu, sade giyinmeyi tercih ettiği ve saray eğlencelerinden bile çabuk sıkıldığı söylenir.¹⁸ Onun gösterişten uzak bir yaşam sürdüğü görülmekte olup ve yaşam tarzını ele alırken değineceğimiz bir diğer önemli konu olan dine yönelmesidir.

¹² Sultan Murat döneminde, şiddetli yağmur ve sağanak yağışlarla birlikte büyük bir gök gürültüsü yaşandı. Sık sık şimşekler çaktığı için korku ve endişeye neden olmuştur. Sultan Murat o sırada Beşiktaş'ta merhum Sultan Ahmet 'e ait Köşkte bulunmaktaydı. Elinde, hicivleriyle tanınan Nefi'ye ait bir eser bulunmakta olup, huzurunda Seretiba Emir Çelebi de yer almaktaydı. Bu esnada düşen yıldırımın neden olduğu ateş toplarının şiddetle patlaması büyük panik meydana getirmiş Rivayetlere Göre Sultan Murat Nefi'nin hiciv eserini eleştirerek "Tövbe" ifadesini kullanmış ve hatta şairi öldürmek istediğini dile getirmiştir. Dönemin nüktedan kişilerinden birinin Nefi'ye öğüt vermek amacıyla şu beyitleri söylemiştir.

"Gökten nazire indi Siham-ı Kazâ'sına,

Nefî, diliyle uğradı Hakk'ın belâsına." Naima Mustafa Efendi, *Tarih-i Na'ima*, 671.

¹³ 1. M. Cavid Baysun, "IV. Mehmet," *İslam Ansiklopedisi: İslam Alemi Tarih, Coğrafya, Etnografya ve Biyografya Lügâtı*, cilt 7 (İstanbul: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları), 547.

¹⁴ Dimitri Kantemir (Boğdan Voyvodası), *Osmanlı İmparatorluğunun Yükseliş ve Çöküş Tarihi*, çev. Özdemir Çobanoğlu, cilt 2 (Ankara: Kültür Bakanlığı Yayınları, 1979), 163–164.

¹⁵ Evliya Çelebi, *Günümüz Türkçesiyle Evliya Çelebi Seyahatnamesi: Bursa-Bolu-Trabzon-Erzurum-Azerbaycan-Kafkasya-Kırım-Girit*, cilt 2, kitap 1, haz. Seyit Ali Kahraman ve Yücel Dağlı (İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2005), 267.

¹⁶ Eremya Çelebi Kömürçüyan, *İstanbul Tarihi (XVII. Asırda İstanbul)*, çev. Hrand D. Andreasyan (İstanbul: Eren Yayıncılık, 1988), 128.

¹⁷ 1. Halil İnalcık, *A History of the Ottoman Empire to 1730* (Cambridge: Cambridge University Press, 1976), 148.

¹⁸ Baysun, "IV. Mehmet," 556.

Sultan Mehmet pratik bir zekâyâ sahip olmamasına rağmen mizah anlayışı gelişmişti. İyi kalpli, etrafındakileri servetini bol bol verecek kadar cömertti. Sultanın bu özelliğini Abdurrahman Abdi Paşa'nın eserinde net bir şekilde görmekteyiz.¹⁹ Münecceimbaşı olan Münecceimek'i²⁰ huzuruna çağırarak ona bazı yüksek ilimler ve gök cisimleri ile ilgili sorular sormuş ardından münecceimbaşını altın ile cömert bir şekilde ödüllendirmiştir. Münecceimbaşı yanından ayrıldıktan sonra ise Sultan Mehmet gülerek: "Acaba huzuruma geleceğini ve altın alacağını, yıldızlar aracılığıyla tahmin etmiş midir?" diyerek esprili bir şekilde latife yapmıştı. Yine cömert olduğunu göstermek için bir sürgün avı düzenleyerek, Veziri-azama saray erkânına hediyeler iltifatlarla bulunurdu.²¹ Ailesine sıkı sıkıya bağlı, iyi yürekli, alçak gönüllü, sözüne bağlı, kan dökmekten hoşlanmazdı ve bir o kadarda merhametli idi. Bir asker felç olmuş bir eliyle sultanın yanına getirilmiş, sultanın emri ile askerin adına her gün on beş akçe bağış yapılmıştır.

Eğlence ve oyunlara büyük ilgi duyan sultan sarayında çok sayıda oyuncu tuttuğu aşikârdır. Mehmet her fırsatta bu oyuncuların gösterilerini izlemeyi çok sever ve keyif alırdı. Buna bir örnek olarak, bayram kutlaması sona erdikten sonra sultanın atıyla sahil kenarındaki Beyazıt Köşkü'ne gidip düzenlenen gösterileri izlemesi gösterilebilir. Mehmet'in çocukluğundan beri eğlenceye olan ilgisinin ve gösterilere duyduğu sevgi ve özlemin devam ettiğini görmekteyiz. Bundan dolayıdır ki sarayda çeşitli alanlarda gösteriler yapan oyuncuların bulundurma geleneği bu dönemde daha yoğunlaşmış ve ileriye gitmiştir. Edirne şenlik kenti olma durumunu kaybetmiş ve yerini İstanbul almıştı. Ancak Mehmet eğlence ve şenliği sevdiğinden dolayı buraya fazlasıyla önem veren padişahlardan biri olmuştu.

Sevdiği ve en çok hoşlandığı şeylerden biri, ecdadına dair tarihi eserler ile peygamberlerin hayatına ilişkin kitapları okumak ve okutmak idi.²² Ecdadın gaza ve cihat için gösterdikleri büyük çabaları büyük bir hazla dinlerdi ve tarihi anların önemini anlamak için çaba sarf ederdi. Bunun yanı sıra padişah edebiyata ve sanata da ilgi göstermiştir. Onun döneminde sarayda yetişen besteci, çalgıcı, şarkıcıların sayısı oldukça fazlaydı. Aynı zamanda, bu dönemde Osmanlı musikisinin geliştiğini söylemek mümkündür.

Padişah, yalnızca yerli sanatçılarla ilgilenmekle kalmayıp, yabancı sanatçıları da tanıyor ve eserlerini takip ediyordu. Yabancı ressamların yağlı boya tablolarını satın alarak resme olan ilgisini gösteriyordu. İngiliz elçiliğinde görev yapan Dr. Covell, Galata'da Mevlevi dervişleriyle görüştüğünde ney sazını tanımış ve bu çalgısını. Mehmet'in en sevdiği musiki aleti olduğunu öğrenmişti.²³

Mehmet'in Batı musikisine de merakı vardı. 1675 Şenlikleri için Venedik'ten bir opera topluluğu getirmesi, dönemin sadrazamı Köprülü Fazıl Ahmet Paşa tarafından Venedik Balyosu Giacomo Quirini'den talep etmişti.²⁴ Padişah, edebiyata ve resme de büyük ilgi gösteriyordu. Hatta padişah ailesi içinde bir kadın şair

¹⁹ Abdurrahman Abdi Paşa, *Abdurrahman Abdi Paşa Vekayinamesi Tahlil ve Metin Tenkidi*, haz. Fahri Çetin Derin (İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yeniçağ Tarihi Anabilim Dalı, 1993), 157.

²⁰ Asıl ismi Münecceimek Mehmet b. Ahmet olan müneccim IV. Mehmet'in müneccimleri arasında yerini almıştır. 1660 yılında göreve başlayan müneccim 7 yıl görev yaptıktan sonra 1667 yılında vefat etmiştir. Yerine Ahmet Dede b. Lütfullah el-Mevlevi geçmiştir. Takvim, astroloji, astronomi aletlerine dair eserler yazmıştır. Tuğçe Dalkıran, *Osmanlı'da İlm-i Nücum ve Müneccimler (1580-1839)*, Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Mersin, 2019), 36.

²¹ Abdurrahman Abdi Paşa, *Abdurrahman Abdi Paşa Vekayinamesi Tahlil ve Metin Tenkidi*, 99.

²² a.g.e., 156.

²³ Özdemir Nutku, *IV. Mehmet'in Edirne Şenliği (1675)*, 2. Baskı (Ankara: Türk Tarih Kurumu Basımevi, 1987), 37.

²⁴ a.g.e., 38.

bulunmaktaydı: Afife Kadın.²⁵ Sultan Mehmet'in mimarlık sanatına olan ilgisi ise başka kaynaklarda da belirtilmektedir.

IV. MURAT: SERT VE DİSİPLİNLİ BİR YÖNETİCİNİN ETKİLERİ

17. Yüzyılda Osmanlı tahtına oturmuş önemli ve dönemine damgasını vuran padişahlardan birisidir IV. Murat. Yönetim anlayışı, disiplin ve merkezi otoritenin yeniden sağlanmasında yaptığı sert uygulamalarıyla dikkatleri üzerine çekmiştir. IV. Murat hakkında yapılan yorumlarda idari düzeni tesis etmek amacıyla uyguladığı sıkı politikalar halk ve devlet adamları üzerinde ciddi bir nüfuza sahip olduğunu gösterir nitelikte olduğu ifade edilir. Özellikle yönetilenler üzerinde büyük bir korku ve endişe yarattığı ve istibdat yönetimiyle öne çıktığı dile getirilir. Dönemine ait bazı kaynaklarda IV. Murat'ın yönetim tarzının ne kadar sert olduğunu vurgulayan “ her gün adam öldürtme” gibi ifadeler yer verilmiştir. IV. Murat hakkındaki bu söylemler dönemin gözlemleri ile şekillenen ifadeler olup tarihsel bağlamda farklı değerlendirmelere açık haldedir. Bu sebeple IV. Murat, devletin yönetim ve idaresinde istikrarlı bir tutum ortaya koyarak, sıkı politikaları ile halkın ve devlet adamlarının korkulan ismi olduğuna dair değerlendirmelerde mevcuttur.

IV. Murat iktidarı eline almasıyla beraber, kamu düzeninin sağlanması ve iç isyanların bastırılması hususunda önemli adımlar atılmıştır. IV. Murat'ın kahvehane ve tütün yasağı gibi disipline dayalı baskıcı yönetimi, halkın sosyal hayatını, günlük yaşantısını sınırlamış ve halkın devlete karşı duydukları sağduyuyu kaybettiğine dair ifadeler farklı kesimlerce ortaya atılmıştır. Gece denetimlerinde bizzat yer aldığı ve zaman zaman sert uygulamalarda (gece sokaklarda rastgele insanları öldürmesi veya sarhoşken pencereden ok atması) bulunduğu bilinmektedir. IV. Murat'ın bu uygulamalarının halkta korku ve endişe yarattığına dair görüşler var olmakla birlikte aynı politikaların merkezi otoritenin sağlanmasında etkili olduğu da döneme ait çeşitli kaynaklarda belirtilmiştir.

Döneminde yaşanan mali sorunlar nedeniyle IV. Murat'ın mali alandaki disipline önem verdiği bilinmekte, lüks ve gösterişten uzak durarak devletin ekonomik dengesini sağlamaya yönelik adımlar attığı da ifade edilir. IV. Murat döneminin önemli isimlerinden olan Koçi Bey'in raporlarında da bu durum açıkça vurgulanmıştır. IV. Murat'ın tasarrufa dayalı yaklaşımı Osmanlı mali yapısının güçlendirilmesinde etkili olmuştur.

Sonuç olarak IV. Murat dönemi, hem merkezi otoritenin sağlamlaştırıldığı hem de toplumsal düzenin yeniden sağlandığı bir süreç olarak değerlendirilmektedir. IV. Murat'ın yönetim tarzının halk üzerindeki etkileri ve sonuçları tarihçiler tarafında farklı bakış açılarıyla ele alınmaktadır.

IV. Mehmet: Eğlenceye Düşkün, Merhametli Bir Padişah

IV. Mehmet ise, IV. Murat'a göre tam tersi bir karaktere sahip olduğu belirtilmiştir. Padişahın, sert ve otoriter bir yönetici yerine, daha neşeli, eğlenceli ve merhametli bir yönetim anlayışını benimsediğine dair ifadeler kaynaklarda yerini almıştır. Eğlencelere ve şenliklere olan ilgisi, onun halkla olan ilişkilerini farklı bir boyuta taşıdığı ifade edilir. IV. Mehmet'in tutumları ve av ile ilgilenmesi nedeniyle hem halk

²⁵ a.g.e., 39.

tarafından hem de devlet adamları tarafından pek memnun olunmayan bir padişah profili çizdiği görülmektedir. Halkın moral ve motivasyonlarını yüksek tutmaya çaba harcamadığı kendi isteklerini daha ön planda tuttuğunu kaynaklarda görmekteyiz. Sarayda oyuncular ve şarkıcılar tuttuğu bilinmekte olup, kendisi gibi eğlenceye düşkün olanların eğlenmesini sağlamak için büyük çabalar sarf etmesi tartışmalara sebep olmuştur. Bu tutumu, halkın psikolojisini olumsuz yönde etkilediğini, halkın devlete ve padişaha olan bağlılığının azaldığına dair ifadeleri ortaya çıkarmıştır.

IV. Mehmet'in eğlencelere olan ilgisi, yalnızca halkla olan ilişkilerinde değil, aynı zamanda devlet içindeki yönetim anlayışında da etkili olduğu dile getirilmiştir. Padişahın eğlenceye düşkün olması, devletin normal işleyişinden sapmalar yaratmamış, aksine devletin sosyal yapısında bir rahatlık ve gevşeme oluşturduğuna dair değerlendirmeler yapılmıştır. Mehmet'in eğlencelere olan bu ilgisi, halkla olan iletişimini zayıflatmış ve sarayda bir uzaklık havası yaratmıştır. Bu durum, devletin yönetiminde daha gergin bir ortamın oluşmasına neden olmuş, böylece siyasi süreçlerdeki gerilimlerin artmasına katkı sağlamıştır.

Ancak, IV. Mehmet'in karakteri de devlet yönetimini etkileyen önemli faktörlerden biri olmuştur. Eğlencelere düşkün olması, zaman zaman padişahın devletin kritik meselelerine gereken ilgiyi gösterememesiyle sonuçlanmıştır. Bu da Osmanlı İmparatorluğu'nun bazı dönemlerinde içsel karışıklıkların artmasına neden olmuştur. Mehmet'in eğlenceye olan ilgisi, bazen ona pratik zekâdan yoksun gibi bir izlenim vermiştir. Ancak bu durum, onun aynı zamanda halkın psikolojisini olumsuz yönde etkilemiş, onları moral açısından zayıf tutmuştur.

IV. Mehmet, aynı zamanda merhametli ve iyi kalpli bir padişah olduğu dönem kaynaklarında ifade edilir. O, kan dökme yerine, insanların dertlerine çare aramayı tercih ettiği de dile getirilir. Bir asker felç olduğunda, her gün ona para bağışlanmasını sağlamış ve bu da halk nezdinde ona duyulan saygının arttığı söylenir. IV. Mehmet'in halkla bu denli samimi ilişkiler kurması, devletin siyasi yapısında önemli bir etki yaratmış ve halkın padişaha olan güveni bir nevi arttırdığı ibareleri öne çıkmıştır.

PADİŞAHLARIN KARAKTERLERİNİN OSMANLI İMPARATORLUĞU'NA ETKİLERİ

IV. Murat ve IV. Mehmet'in karakteristik özellikleri, Osmanlı İmparatorluğu'nu siyasi ve psikolojik açıdan farklı yönlerde etkilemiştir. IV. Murat'ın sert ve disiplinli yönetimi, devletin askeri durumunu ve iç düzenini sağlamlaştırmış ancak halk üzerinde korku ve endişe yarattığı ifade edilmiştir. IV. Mehmet'in eğlenceye ve sanata olan ilgisi, halkın moralini yüksek tuttuğu, sosyal hayatı düzene koymuş ve psikolojik olarak halkı rahatlattığı da söylenebilir bir ifadedir. Ancak bu tutum, bazen devletin önemli konularına gereken ilgi ve alakayı göstermemesiyle sonuçlanmış ve uzun vadede devletin içsel yapısında karışıklıklar yarattığı gözlemlenmiştir.

Her iki sultanın karakteristik özellikleri, Osmanlı İmparatorluğu'nun sosyal yapısını ve halkın yaşamını etkilemiş ve halkın devlete bakışını ve tutumunu şekillendirmiştir. IV. Murad'ın sert yönetimi, halk arasında bir korku dolu yıllara neden olduğu ifade edilirken, IV. Mehmet'in merhametli ve eğlencelere düşkün karakteri halkla yönetici arasında karma karışık bir ilişkiye sebep olduğu ortaya konmuştur. Sonuç olarak, her iki hükümdarın karakterleri, Osmanlı Devleti'nin iç yapısının yeniden şekillenmesine ve hükümdarların halk üzerindeki psikolojik yansımaları uzun süre devam etmiştir.

SONUÇ

IV. Murat ve IV. Mehmet'in karakteristik özellikleri, Osmanlı Devleti'ni hem siyasi hem de psikolojik yönlerden farklı yönlerde etkilemiştir. Murat'ın sert, katı tutumu ve disiplinli yönetimi, devleti güçlü bir askeri yapıya ulaştırmış ve iç düzeni yeniden sağlamış, ancak bu davranış halk üzerinde büyük bir gerilim yaratmıştır. Murat, özellikle tütün ve kahvehane kapatma yasağı gibi sert yasakları ile tanınırken, bu tür tedbirler halkın bireysel hak ve özgürlüklerini bir nevi kısıtlamış ve toplumda baskıcı bir ortam yaratmıştır. Diğer yandan, IV. Mehmet'in eğlenceye ve sanata olan ilgisi ve merakı, sergilediği tutum ve devlet işlerinden uzaklaşması ve yaşanan ekonomik sıkıntılar halkın moralini bozmuştur. Mehmet döneminde sosyal hayat baskıcı tutumdan çıktığı için biraz canlanmış ve insanların psikolojik olarak rahatlamasını sağlamıştır. Ancak ekonomik ve askeri sıkıntılar baş göstermesi ile halkın durumu yine kötü olmuştur. IV. Mehmet, halkla daha yakın ilişkiler kurmaya özen göstermiş, av merakı başlamadan önce toplumun moralini yükseltmeye çalışmıştır. Av ve eğlence merasimleri sultanın devletin önemli iç ve dış meselelerine yeterli özenin gösterilmemesine neden olmuş ve Osmanlı'nın siyasi yapısında uzun vadede bazı sorunlar ortaya çıkmasına neden olmuştur. IV. Mehmet'in rahatlık ve eğlenceye olan düşkünlüğü, devletin siyasi otoritesini zayıflatmış, bu da zamanla yönetimdeki zaafı ve kırılma noktalarını ortaya çıkarmıştır.

Her iki padişahın yönetim tarzları, Osmanlı Devleti'nin sosyal yapısını ve halkın devlete ve yönetime bakışını büyük ölçüde etkilemiştir. IV. Murat'ın sert yönetimi, halk arasında korku ve bu korkuya bağlı zorunlu bir saygı yaratırken, IV. Mehmet'in merhametli ve eğlenceye düşkün kişiliği halkla daha karmaşık ilişkiler kurulmasına neden olmuştur. Ancak, bu ilişkiler ve halkın rahatlaması, devlete olan saygıyı tam anlamıyla pekiştirememiştir. Sonuç olarak, her iki padişahın karakterleri, Osmanlı'nın içyapısını biçimlendirmiş, halk üzerindeki psikolojik etkileri ise uzun süre devam etmiştir. Bu farklı yönetim anlayışları, Osmanlı Devleti'nin gelecekteki siyasi ve toplumsal dinamiklerini büyük ölçüde etkilemiştir.

KAYNAKÇA

- Abdurrahman Abdi Paşa. Abdurrahman Abdi Paşa Vekayinamesi Tahlil ve Metin Tenkidi. Haz. Fahri Çetin Derin. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yeniçağ Tarihi Anabilim Dalı, 1993.
- Baysun, M. Cavid. "IV. Mehmet." İslam Ansiklopedisi: İslam Alemi Tarih, Coğrafya, Etnografya ve Biyografya Lügâtı. Cilt 7. İstanbul: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Dalkıran, Tuğçe. Osmanlı'da İlm-i Nücum ve Müneccimler (1580-1839). Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Mersin, 2019.
- Evliya Çelebi. Günümüz Türkçesiyle Evliya Çelebi Seyahatnamesi: İstanbul. Haz. Seyit Ali Kahraman ve Yücel Dağlı. Cilt 1, Kitap 1. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2003.
- Evliya Çelebi. Günümüz Türkçesiyle Evliya Çelebi Seyahatnamesi: Bursa-Bolu-Trabzon-Erzurum-Azerbaycan-Kafkasya-Kırım-Girit. Cilt 2, Kitap 1. Haz. Seyit Ali Kahraman ve Yücel Dağlı. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2005.
- Evliya Çelebi. Günümüz Türkçesiyle Evliya Çelebi Seyahatnamesi: Bağdat-Basra-Bitlis-Diyarbakır-İsfahan-Malatya-Mardin-Musul-Tebriz-Van. Haz. Seyit Ali Kahraman ve Yücel Dağlı. Cilt 4, Kitap 1. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2010.
- İnalcık, Halil. A History of the Ottoman Empire to 1730. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.Press.
- Kantemir, Dimitri (Boğdan Voyvodası). Osmanlı İmparatorluğunun Yükseliş ve Çöküş Tarihi. Çev. Özdemir Çobanoğlu. Cilt 2. Ankara: Kültür Bakanlığı Yayınları, 1979.
- Çelebi Kömürçüyan, Eremya. İstanbul Tarihi (XVII. Asırda İstanbul). Çev. Hrand D. Andriasyan. İstanbul: Eren Yayıncılık, 1988.
- Naima Mustafa Efendi. Tarih-i Na'ima (Ravzatü'l-Hüseyn Fi Hulasati Ahbari'l-Hafikayn). Cilt 2. Haz. Mehmet İbşirli. Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları, 2007.
- Nutku, Özdemir. IV. Mehmet'in Edirne Şenliği (1675). 2. Baskı. Ankara: Türk Tarih Kurumu Basımevi, 1987.
- Tavernier, J. B. Topkapı Sarayında Yaşam. Çev. Perran Üstündağ. İstanbul: Çağdaş Yayınları, 1984.
- Topçular Kâtibi Abdulkadir (Kadri) Efendi. Topçular Kâtibi Abdulkadir (Kadri) Efendi Tarihi (Metin ve Tahlil). Haz. Ziya Yılmaz. Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları, 2003.

Türkiye’de Dijital Medya ve Sosyal Ağların İletişime Etkisi

Şule EGEMEN¹, Yasemin HANCIOĞLU BAŞKÖY²

¹E-mail: sulegemen8@gmail.com; Ordu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İletişim Çalışmaları Bölümü, Ordu/ Türkiye.

²E-mail: yaseminhancioglu@odu.edu.tr; Ordu Üniversitesi, Ünye Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Bölümü, Ordu / Türkiye.

Özet

Bu çalışmada, Türkiye’ de dijital medya ve sosyal ağların iletişime etkisi incelenmektedir. Web 2.0 teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla geleneksel iletişim biçimleri dönüşüme uğramış, zaman ve mekân sınırlamaları büyük ölçüde ortadan kalkmıştır. Dijital ortamlarda içerik üretimi ve paylaşımı hız kazanmış, bu durum sosyal ağlar üzerinden yürütülen iletişimi daha katılımcı hale getirmiştir. Sosyal ağların yarattığı sanal topluluklar yeni kamusal alanlar oluşturmuştur. Kurumsal iletişim açısından sosyal medya hedef kitleye doğrudan ulaşmayı mümkün kılan, aracısız geri bildirim alınabilen etkili bir platform haline gelmiştir. Sosyal medya kurumsal iletişimi doğrudan etkilemekte, kurumsal hedef kitleleriyle daha doğrudan bir iletişim kurmasını sağlamaktadır. Türkiye’de dijital medya ve sosyal ağların iletişime etkisi, toplumsal, bireysel ve kurumsal alanlarda çok yönlü bir dönüşüm yaratmaktadır. Bu dönüşümün sağlıklı ilerlemesi için dijital okuryazarlığın artırılması ve etik kullanım bilincinin geliştirilmesi önemlidir. Çalışma, dijital medya ve sosyal ağların Türkiye’de iletişim pratiklerine yönelik bilgileri analiz ederek akademik literatüre katkı sağlamak ve iletişim teknolojisinin geliştirilmesine yönelik çıkarımlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Medya, Sosyal Ağlar, İletişim, Türkiye

Abstract

This study examines the impact of digital media and social networks on communication in Turkey. With the proliferation of Web 2.0 technologies, traditional forms of communication have undergone a transformation, and limitations of time and space have largely been eliminated. Content creation and sharing in digital environments have accelerated, making communication through social networks more participatory. The virtual communities created by social networks have formed new public spheres. From a corporate communication perspective, social media has become an effective platform that enables direct access to target audiences and allows unmediated feedback. Social media directly influences corporate communication, enabling institutions to engage more directly with their audiences. In turkey, the influence of digital media and social networks on communication creates a multifaceted transformation in social, individual, and corporate domains. To ensure the healthy progress of this transformation, enhancing digital literacy and developing ethical awareness in usage is crucial. This study contributes to the academic literature by analyzing how digital media and social networks affect communication practices in Turkey and offers insights for the development of communication technologies.

Keywords: Digital Media, Social Networks, Communication, Turkey

GİRİŞ

İletişim, bireyin duygu, düşünce ve gereksinimlerini ifade etmesi ve karşısındakini anlaması sürecidir. Bu süreç, iki birey arasında duygu, düşünce ve bilgilerin karşılıklı olarak paylaşılması ve anlamlandırılması yoluyla gerçekleşir (Üstün, 2005). İletişim, yazının icadıyla birlikte başlamış ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda günümüzde sosyal medya platformlarına kadar evrilmiştir. İnsanlık tarihinin en temel gereksinimlerinden biri olan iletişim, bireylerin yaşamlarını sürdürebilmeleri açısından vazgeçilmez bir unsurdur. Tarihsel süreçte farklı iletişim biçimleri ve araçları aracılığıyla sürdürülen bu olgu, 2000’li yıllarla birlikte sosyal ağ siteleri ve dijital medya kavramını gündeme taşımıştır (Birinci & Terkan, 2023).

Dijital medya, dijital teknolojiler ile çevrimiçi sistemlerin gelişimine paralel olarak ortaya çıkan, çoklu ortam unsurlarını içeren ve etkileşim temelli bir medya yapısını ifade etmektedir (Vurgun & Akpınar, 2018). Sosyal ağlar ise; bireyler ve topluluklar arasında karşılıklı etkileşimi mümkün kılan, sosyal geri bildirim mekanizmaları sunan ve sosyal ilişkilerin dijital ortamda yapılandırılmasını destekleyen platformlardır (Barlı & Avcı, 2016).

Bu çalışmanın amacı Türkiye’de dijital medya ve sosyal ağların iletişim biçimleri üzerindeki etkisini incelemektir. Günümüzde bireyler iletişimlerinin büyük bir bölümünü dijital medya ve sosyal ağlar aracılığıyla yürütmektedir. Ancak bu dönüşümün, iletişim biçimlerinin doğasını nasıl etkilediği konusunda birçok soruyu gündeme getirmektedir. Bu bağlamda çalışmanın temel araştırma problemi şöyledir: Dijital medya ve sosyal ağlar Türkiye’de iletişim biçimlerini nasıl etkilemektedir? Dijital medya ve sosyal ağlar, bireylerin hem kişisel hem de toplumsal düzeyde iletişim kurma düzeylerini önemli ölçüde değiştirmektedir. Türkiye gibi hızla dijitalleşen ülkelerde bu dönüşümün etkisini ortaya koymak iletişim bilimleri literatürü açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, dijital ortamlarda kurulan ilişkiler ve etkileşim biçimleri ile ilgili veriler sunarak literatüre katkı sağlamayı hedeflemektedir.

DİJİTAL MEDYA VE SOSYAL AĞLARIN İLETİŞİME ETKİSİ

Dijital medya, temel olarak bilgisayar teknolojileriyle oluşturulan ses, görüntü ve fotoğraf gibi içerikleri kapsar. Günümüzde kullanıcıların aşına olduğu biçimiyle dijital medya; internet, mobil cihazlar, sanal ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojik platformlar üzerinden sunulan medya türlerini ifade eder. Yani dijital medya, dijital teknolojilerin ve çevrimiçi sistemlerin gelişmesiyle ortaya çıkan, etkileşimli ve çoklu ortam destekli bir medya yapısını temsil eder (Vurgun & Akpınar, 2018).

Kavramsal açıdan dijital medyanın, zaman zaman “yeni medya” ya da “dijital yeni medya” şeklinde adlandırıldığı görülmektedir. Ancak teknoloji sürekli bir değişim içinde olduğu için, ortaya çıkan her yeni teknolojik gelişme genellikle “yeni medya” başlığı altında değerlendirilir. Lev Manovich’e göre dijital medya kendisine sürekli yeni özellikler eklenebildiğinden dolayı yeni olarak adlandırılabilir (Boschele, 2023). Bu nedenle, içinde bulunduğumuz dönemi bilgi ve internet teknolojileri üzerinden tanımlamak daha yerinde bir yaklaşım olacaktır. Bu çerçevede, içeriklere dijital sistemler aracılığıyla erişim sağlandığı için dijital medya kavramı en kapsayıcı ifade olarak öne çıkmaktadır. Özellikle sosyal medya platformlarının,

yani sosyal paylaşım ağlarının ortaya çıkışı, dijital medya alanı açısından önemli bir dönüm noktası olmuştur (Sönmezer & Büyükbaykal, 2024).

Dijital medyanın iletişim, iş birliği, topluluk, yaratıcılık ve yakınsama gibi beş ana özelliği olduğuna değinen Friedman ve Friedman (2008) bu özellikleri şöyle açıklamaktadır. Dijital medyada iletişim daha pratik ve ağ bağlantılıdır. Onlara göre dijital medya internet vasıtasıyla iş birliği sunar ve dijital medyanın oluşturduğu topluluklar daha eşitlikçi ve kapsayıcı olarak ifade edilebilir. Bununla birlikte kullanıcılar, daha yaratıcı nitelikler taşır ve bunun en önemli nedeni kullanıcıların üretici durumunda olmasıdır. İçerik üreten kişilerin kullanıcılar olması onlara yaratıcı nitelikler kazandırır. Son özellik olan yakınsama ise dijital medyanın en güçlü özelliğidir. Yakınsama farklı işlemlerin farklı teknolojik araçlara gerek olmadan bir aygıtla yapılabilmesini ifade eder (Terzi, 2020).

Dijital medyayla birlikte kişisel iletişimde de bazı dönüşümler yaşanmıştır. Çünkü dijital medya yalnızca teknolojinin ilişkiler ve davranışlar üzerindeki etkisiyle sınırlı kalmaz; aynı zamanda bireylerin davranış tarzlarını ve başkalarıyla iletişim kurma biçimlerini de dönüştürür (Andersen, 2002). Bundan dolayı, iletişim türlerinin (dijital, yüz yüze vb.), mesaj şekillerinin (yazınsal, görsel vb.), davranış kalıplarının (mesaj alma, üretme, değerlendirme vb.), dijital medyadaki değişim süreci göz önünde bulundurulmalıdır (Chen, 2011, aktaran Yiğiter & Ata, 2022).

Sosyal ağlar; bireyler ve topluluklar arasında karşılıklı etkileşimi sağlayan, sosyal geri bildirim imkânı sunan ve sosyal ilişki ağlarının oluşumunu destekleyen dijital platformlardır. Çetin (2009), sosyal ağları Web 2.0 teknolojisinin gelişimiyle ortaya çıkan ve sosyal medyanın temel yapısını oluşturan başlıca dijital ortamlar olarak değerlendirmektedir. Barlett Bragg ise sosyal ağları; grup etkileşimini ve iş birliğini destekleyen, bilgi paylaşımını kolaylaştıran ve web tabanlı bir ortamda sosyal bağların gelişimini teşvik eden uygulamalar bütünü olarak tanımlamaktadır (Barlı & Avcı, 2016). Başka bir deyişle, sosyal ağlar, bireylerin internet aracılığı ile toplum yaşamı içinde kendilerini tanımlayabilmelerine imkân sağlayan, onların birbirleriyle internet iletişim metotları üzerinden iletişime geçmelerini ve aynı zamanda kendi sosyal yaşamlarında yaptıkları gibi çeşitli jestleri simgeleyen sembolik birtakım hareketleri göstererek yine kendilerine ait bir sanal ortamda, sosyal iletişim kurmalarına yarayan sanal ağlara verilen genel bir kavramın adıdır. (Polat & Arabacı, 2014, s.265-266).

Sosyal ağlara yönelik yapılan çalışmalarda dikkat çeken temel unsurlar arasında; bireylerin dijital profiller aracılığıyla kendilerini temsil etmesi (psikolojik boyut), bu platformların bireyler arası iletişim ve etkileşimi mümkün kılması (sosyolojik boyut) ve tüm bu süreçlerin sanal bir ekosistem içerisinde gerçekleşmesi (ekosistem yaklaşımı) yer almaktadır (Bozkurt, 2015). Sosyal ağlar hem yapısal özellikleri hem de zaman ve mekân sınırlamalarını ortadan kaldıran erişilebilirlikleriyle değerlendirildiğinde, kuşkusuz çok çeşitli olanaklar sunmaktadır. Enformasyon paylaşımından eğlenceye, boş zaman değerlendirmesinden iletişime kadar birçok işlevi bünyesinde barındıran bu platformlar, aynı zamanda bireylerin kimlik inşası gibi temel yaşamsal süreçlerine de katkı sağlamaktadır (Uğurlu, 2015).

Kişisel ya da profesyonel ilişkiler temelinde şekillenen dijital etkileşim ağları olan sosyal ağlar, günümüz bireylerinin günlük yaşam pratiğinde merkezi bir yer edinmiş ve zamanla daha da önem kazanmaya başlamıştır. Bu platformlar aracılığıyla kullanıcılar, dijital iletişim teknolojilerinin sunduğu çok çeşitli olanaklardan faydalanmakta; bilgi, düşünce ve deneyimlerini sürekli olarak paylaşarak aktif bir katılım sergilemektedirler (Akyazı & Ünal, 2013).

Kullanıcılarının İnternet ortamındaki isteklerine cevap veren ve birçok özelliği bulunan sosyal ağlar İnternet kullanıcılarının en çok tercih ettiği sitelerdir. Farklı kültür ve farklı coğrafyalardan üyelerinin herhangi bir ücret ödmeden kullanılabildikleri sosyal ağ siteleri insanlar arasındaki iletişimi ve etkileşimi farklı boyutlara getirmiştir (Ucun, 2012, s.18). Sosyal ağ siteleri, kullanıcıların kendilerine ait profiller oluşturarak hem sistemin hem de diğer kullanıcıların sağladığı içeriklerle etkileşim kurabildiği, arkadaşlık ilişkilerini kamusal biçimde gösterebildiği ve kullanıcı merkezli içerikleri takip edebildiği, üretebildiği ya da tüketebildiği dijital iletişim ortamlarıdır (Ellison & Boyd, 2013, aktaran Çizmeci, 2014). Facebook, Instagram, Twitter gibi platformlar bu sosyal ağ sitelerinin başında gelmektedir.

2004 yılında Marc Zuckerberg tarafından kurulan Facebook, kullanıcıların gönderi paylaşmasına ve başkalarının paylaşımlarına yorum yapmasına olanak tanıyan bir sosyal ağ platformudur. Kullanıcılar fotoğraf ve bağlantı paylaşabilir, canlı sohbet edebilir ve video yükleyebilirler. Facebook Messenger sayesinde birebir mesajlaşma imkânı da sunar. Aynı ilgi alanlarına sahip kişilerin buluşabileceği gruplar mevcuttur ve kullanıcılar arkadaşlarının aktivitelerini ya da takip ettikleri sayfaların güncellemelerini takip edebilirler. Genel olarak, Facebook insanları açık ve sosyal bir ortamda bir araya getirmek amacıyla tasarlanmıştır. Bununla birlikte, platform herkese açık içerik sağlarken, kişilerle erişimi kısıtlayabilen gizlilik özelliklerine de sahiptir (Kabal, 2023).

Instagram Kevin Systrom ve Mike Krieger adlı iki girişimci tarafından 2010'da kurulan bir Amerikan Şirketi olup, App store ve Google Play üzerinden ücretsiz elde edilen, akıllı telefonlar için mobil bir uygulamadır. 2010'dan beri her ay 100 milyon kullanıcıya ulaşır, her saniye 8500 beğeni ve günlük 40 milyon resim yüklenir (Bergström & Bakman, 2013, aktaran Bayraktar, 2017, s.71). Instagram, kullanıcıların mobil ortamda anlık durumlarını görsel olarak estetik bir biçimde kaydedip anında paylaşımlarına olanak tanıyan; aynı zamanda bu içeriklerin ağ üzerindeki diğer kullanıcılar tarafından görüntülenmesini sağlayan bir mobil uygulamadır (Diker & Gencer, 2019).

Twitter, 2006 yılında Amerikalı Jack Dorsey tarafından bulunan bu Web tekniğinin temeli SMS' e (Kısa Mesaj Sistemi) dayanmaktadır. Bir anlamda sosyal paylaşım (social networking) ağıdır. İnternet kullanıcısı bu site aracılığıyla kendi hakkında bir Twitter hesabı açtıktan sonra kısa mesajlar yoluyla düşünce ve görüşlerini Twitter'a girenlerle 140 karakter içinde paylaşmaktadır. Twitter için, internetin SMS'ı adı verilmektedir. Bireyin kendisiyle ilgili her türlü bilgiyi verdiği, başkalarının düşüncelerini paylaştığı, yorumlar yaptığı bir düzenlemedir. Kullanımı kolay olan bu teknik, Facebook tekniğini geride bırakmış; onun veremediklerini verdiğiinden son derece popüler olmuştur (Aziz, 2023, s.114).

Sosyal medya ve sosyal ağ kavramları incelendiğinde, her ne kadar çoğu zaman birbirinin yerine kullanılsa da aslında farklı anlamlara geldikleri görülmektedir. Sosyal medya, içerik üretimi ve bilgi paylaşımına odaklı platformları ifade ederken; sosyal ağlar, kullanıcılar arasındaki karşılıklı etkileşim ve iletişimi temel alan dijital yapılar olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, sosyal medya çoğunlukla bilgi ve içerik aktarımına dayalı tek yönlü bir iletişim biçimi sunarken, sosyal ağlar kullanıcılar arasında karşılıklı etkileşime olanak tanıyan iki yönlü bir iletişim yapısına sahiptir (Fuchs, 2014, aktaran Bayrakdar & Yücedağ, 2020).

Sosyal medya, kurumsal iletişim açısından da olumlu etkilere sahip bir yapıdadır. İletişim ağları, kurum üyelerini birbirine yakınlaştıran formal ve informal modellerden oluşur. Çalışma grupları, belirli görev ve sorumlulukların ötesinde, birlikte çalışan bireylerin zamanla geliştirdiği kişilerarası ilişkiler aracılığıyla resmi yapının sınırlarını aşan bir etkileşim ağı oluştururlar (Kaya, 2003). Sanal ortamları kendileri için

avantaj olarak gören kurumlar; ilk olarak elektronik postalar ve intranetler aracılığıyla çalışanlarıyla, tedarikçileriyle, müşterileriyle ve diğer tüm paydaşlarıyla aktif bir çift yönlü iletişim halinde olabilmektedirler (Özel, 2018).

Sosyal medyanın küresel ölçekte yaygınlaşması, kurumsal iletişimin bu dijital ortamda kurulan ilişkiler üzerindeki etkisini ve işlevselliğini önemli ölçüde artırmıştır. Geleneksel medya araçlarından yararlanılarak gerçekleştirilen kurumsal iletişim etkinlikleri, sosyal medya platformlarının ortaya çıkması ve yaygınlaşması ile beraber dijital ortamlarda etkin hale gelmeye başlamıştır. Kurumsal yayın organları, kuruma ait bilgilerin hedef kitleye aktarımında denetim imkânı sunmakta ve iletişim sürecinin aracı unsurlardan arındırılarak doğrudan gerçekleşmesini sağlamaktadır. Kurumsal web sitelerini yanı sıra Twitter, Youtube ve Facebook gibi sosyal medya platformları, hedef kitleye yönelik enformasyonu, kurumun denetiminde ve interaktif katılımı esas alan bir iletişim süreciyle ileten etkili iletişim araçlarıdır (Keskin & Tanyıldızı, 2015).

Sosyal medyanın iletişim üzerinde olumlu etkileri olduğu kadar olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Sosyal medya kullanımı esnasında bireyler, gerçek hayattaki kimliklerinden uzaklaşarak daha abartılı ve yapay bir benlik sunumuna yönelebilmektedirler. Bu durum, kişilere gerçek kimliklerini ifşa etmeden duygu ve düşüncelerini daha rahat ifade edebilme olanağı sağlamaktadır. Sosyal medya kullanımı, fiziksel buluşmalarda karşılaşılan hazırlık süreçlerini (evden çıkmak, giyinmek, makyaj yapmak vb.) ortadan kaldırarak iletişim kurmayı pratik hale getirmektedir. Ancak bu kolaylık, herhangi bir emek ya da bedel gerektirmediği için zamanla iletişimin değerini düşürmekte ve karşı tarafın önemini sıradanlaştırabilmektedir (Alkış, 2020). Sosyal medyanın sebep olduğu yalnızlık duygusu da diğer olumsuz etkilerden biridir.

Sosyal medya kişiler arasındaki ilişkileri zedeleyebildiği gibi bazen kurumların itibarlarını da olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Kurumlar, bazı durumlarda sosyal medya krizleri ile karşı karşıya kalabilmektedir. Kurum tarafından sosyal medya üzerinde yanlışlıkla paylaşılan bir içerik çok farklı yanlış anlaşılmalara neden olabilmektedir. Bu bağlamda kurumlar sosyal medyada kendilerini en iyi şekilde tanıtmak için sosyal medya uzmanlarından destek almaktadır (Taş, 2019, s.19).

Teknolojik ilerlemelerle birlikte, dijital okuryazarlık kavramı da ön plana çıkan kavramlardan biri olmuştur. Geleneksel eğitim olgusunun son bulmasıyla dijital okuryazarlık da gelişme göstermiştir. Dijital okuryazarlık, bireylerin dijital ortamlar üzerinden bilgiye erişme, metinleri analiz etme, içerik üretme ve bu süreçlerde etkin şekilde iletişim kurabilme becerilerini kapsamaktadır. Dijital okuryazarlık becerileri, geleneksel okuryazarlık becerilerinin yanı sıra, bilgi çağına aktif bir şekilde katılım sağlayabilmek için gereken önemli bir beceri haline gelmiştir. Bu beceriler, dijital medyanın ve internetin yaygınlaşmasıyla beraber önemini artırmıştır. Günümüzde iletişim süreçlerinin çoğunlukla dijitalleşmesi, dijital okuryazarlık becerilerinin de öğrenilmesinin ve geliştirilmesinin değerini artırmıştır (Bahşi & Ateş, 2024).

YÖNTEM

Bu bildiride nitel araştırma desenlerinden doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Türkiye’de dijital medya ve sosyal ağların iletişime etkisi konulu akademik makaleler ve yüksek lisans tezlerinden oluşmaktadır. Veriler içeriklerine göre betimsel analiz yöntemiyle incelenmiş; çalışmalarda öne çıkan bulgular, iletişim süreçleri üzerindeki olumlu ve olumsuz etkiler çerçevesinde değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Bu alanda yapılan önceki çalışmalar Türkiye’deki dijital medya ve sosyal ağların iletişim üzerindeki etkilerini farklı boyutlarıyla ele almıştır.

Türkiye’de yapılmış olan çalışmalara baktığımızda; Onarman ve Vardarlıer (2021) sosyal medya kullanım nedenlerinin iletişim becerilerine etkisini nicel araştırma yöntemlerinden biri olan çevrimiçi anket ile incelemiş; sosyal medya kullanım nedenlerinin genel anlamda iletişim becerilerini artırdığı; ancak etkisinin düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Akgül (2017), sosyal medyanın toplum üzerindeki kutuplaştırıcı etkisini nitel araştırma yöntemlerinden söylem analizi tekniğiyle incelemiş; özellikle sosyal medyanın toplumsal kutuplaşma üzerinde olumsuz etkisi olduğunu belirtmiştir.

Saotay (2014), sosyal medyanın kişilerarası iletişime etkisini nicel bir araştırma tekniği olan anket ile incelemiş; özellikle sosyal medya araçlarının yoğun olarak kullanıldığını ve kişilerarası iletişimde olumlu etkisi olduğunu belirtmiştir.

İliş ve Gülbahçe (2019), sosyal medya bağımlılığı ile iletişim becerileri arasındaki ilişkiyi betimsel araştırma yöntemlerinden biri olan ilişkiisel tarama modeliyle incelemiş; özellikle sosyal medya bağımlılığının iletişim becerilerini olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Bat (2012), dijital platformda sosyal medyanın stratejik kurumsal iletişime etkisini görüşme ve betimsel analiz yöntemleriyle incelemiş; sosyal medyanın stratejik kurumsal iletişimi doğrudan etkilediği sonucuna varmıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Dijital medya ve sosyal ağlar, bireylerin iletişim kurma biçimlerinde derin dönüşümler yaratmış; zaman, mekân ve fiziksel sınırlamaları büyük ölçüde ortadan kaldırarak iletişimi daha erişilebilir, hızlı ve çok yönlü hale getirmiştir. Bu dönüşüm, yalnızca bireyler arası ilişkileri değil, aynı zamanda toplumsal yapıları, kültürel etkileşim biçimlerini ve kamuoyunun oluşum süreçlerini de yeniden şekillendirmiştir. Geleneksel iletişim araçlarına kıyasla sosyal ağlar, kullanıcıların pasif birer alıcı olmaktan çıkıp içerik üreticisi ve dağıtıcısı haline gelmelerine olanak tanımış; böylelikle yatay bir iletişim ağı gelişmiştir.

Türkiye özelinde değerlendirildiğinde, dijital iletişim araçlarının yaygınlaşmasıyla birlikte hem bireysel hem de toplumsal düzeyde önemli kazanımlar elde edilmiştir. Özellikle genç nüfusun yüksek oranı ve mobil teknolojilere hızlı adaptasyonu sayesinde sosyal medya, bilgiye erişim, katılım ve ifade özgürlüğü açısından yeni olanaklar sunmuştur. Facebook, Twitter, Instagram ve TikTok gibi platformlar, bireylerin sosyal

kimliklerini inşa etmelerinde, gündelik pratiklerini paylaşımlarında ve kamusal tartışmalara katılmalarında önemli bir rol üstlenmektedir.

Dijital ortamların sağladığı anlık etkileşim, bireylerin sosyal ilişkilerini sürdürmesini ve güçlendirmesini desteklerken; ortak ilgi alanları etrafında yeni toplulukların oluşmasına da zemin hazırlamıştır. Bu durum, kimlik inşası, sosyal katılım ve topluluk bilinci açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Ayrıca kriz zamanlarında hızlı bilgi akışı sağlayarak toplumsal dayanışmayı artırıcı bir rol de üstlenebilmektedir. Bununla birlikte, sosyal medyanın getirdiği hız ve yoğunluk, iletişim süreçlerinde yüzeysellik, bilgi kirliliği ve algı yönetimi gibi sorunları da beraberinde getirmiştir. Sürekli çevrim içi olma hali, bireylerde dikkat dağınıklığı, sosyal baskı ve psikolojik yorgunluk yaratabilmekte; mahremiyet sınırlarının belirsizleşmesi ise iletişimin niteliğini olumsuz etkileyebilmektedir.

Özellikle algoritmaların bireylerin ilgi alanlarına göre içerik sunması, farklı görüşlerin dışlanmasına ve yankı odalarının oluşmasına neden olabilmekte; bu da sağlıklı diyalog ortamlarının oluşmasını zorlaştırmaktadır. Aynı zamanda sosyal ağlarda üretilen içeriklerin denetim mekanizmalarının yetersizliği, nefret söylemleri, dijital zorbalık ve manipülatif paylaşımların yayılmasına yol açabilmektedir.

Sonuç olarak, dijital medya ve sosyal ağlar Türkiye’de iletişim dinamiklerine hem yapısal hem de kültürel düzeyde etki etmektedir. Bu etkiler iki yönlüdür: bir yandan iletişim kanallarını demokratikleştirerek bireylerin kendilerini ifade etmelerine olanak sağlamakta; diğer yandan ise kontrolsüz ve sürekli çevrim içi olma hali, toplumsal bağları zayıflatabilmektedir. Bu nedenle, dijital medya okuryazarlığının artırılması ve medya etiğine ilişkin bilinç düzeyinin geliştirilmesi, sağlıklı bir iletişim ortamı için hayati önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Akgül, H. G. (2017). Sosyal medya ve toplumsal ilişkiler: Sosyal medyanın toplum üzerindeki kutuplaştırıcı etkisi (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi. <https://tez.yok.gov.tr>

Akyazı, E., & Ünal, A. T. (2013). İletişim fakültesi öğrencilerinin amaç, benimseme, yalnızlık düzeyi ilişkisi bağlamında sosyal ağları kullanımı. Global Media Journal.

Alkış, L. (2020). Ergenlerde sosyal medya bağımlılığıyla iletişim becerilerinin karşılaştırılması (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). İstanbul Gelişim Üniversitesi. <https://tez.yok.gov.tr>

Andersen, N. (2002). New media and new media literacy. Thinking critically about media: Schools and families in partnership. Cable in the Classroom, 30-35.

Aziz, A. (2023). İletişime giriş. Nobel Akademik Yayıncılık.

Bahşi, N., & Ateş, A. (2024). Dijital okuryazarlık üzerine yapılan araştırmalara ilişkin kaynakça denemesi. RumeliDe Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi, 41, 85-106.

Barlı, Ö., & Avcı, İ. (2016). İletişim yönetimi. Ekin Yayınevi.

Bat, M. (2012). Dijital platformda sosyal medyanın stratejik kurumsal iletişime etkisi (Yayımlanmış doktora tezi). Ege Üniversitesi. <https://tez.yok.gov.tr>

Bayraktar, S., & Yücedağ, İ. (2020). Sosyal ağlarda metin ve görüntü tabanlı anlamsal çıkarım yöntemlerinin incelenmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(3), 283-288.

Bayraktar, S. (2017). Yargıcı ve Mudo City markalarının sanal ortam temsilleri ve Instagram örneği. Uluslararası Turizm, Ekonomi ve İşletme Bilimleri Dergisi, 1(2), 69-80.

Birinci, C. M., & Terkan, R. (2023). İletişim aracı olan sosyal medyanın sosyal değişime kazandırdığı boyut. Journal of Management Theory and Practices Research, 4(2), 180-195.

Boschele Aydoğan, F. (2023). Popüler kültür medya ve dijitalleşme. Ankara: TRT Yayınları.

Bozkurt, A. (2015). Sosyal ağlar ve yaşam boyu öğrenme deneyimi. Akademik Bilişim Dergisi.

Çetin, M. (2019). Sosyal ağlar ve iletişim. İçinde Ö. Barlı & İ. Avcı (Ed.), İletişim yönetimi. Ankara: Gazi Kitabevi.

Çizmeçi, E. (2014). Danah Boyd'da sosyal ağlar ve gençlik. İçinde M. Çakır (Ed.), Yeni medyaya eleştirel yaklaşımlar (ss. 383-411). Doğu Kitabevi.

Diker, E., & Gencer, Z. (2019). Akademisyenlerin Instagram kullanım alışkanlıkları üzerine bir araştırma. Online Academic Journal of Information Technology, 10(38).

Friedman, L. W., & Friedman, H. H. (2008). The new media Technologies : Overview and research fromework. SSRN Electronic Journal.

İliş, A., & Gülbahçe, A. (2019). Sosyal medya bağımlılığı ile iletişim becerileri arasındaki yordayıcı ilişkinin incelenmesi. Ekev Akademi Dergisi, 23(78).

Kabal, Ş. (2023). Enformasyon mahremiyeti ve sosyal medya kullanımı: Ordu Üniversitesi örneği (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Ordu Üniversitesi. <https://tez.yok.gov.tr>

Kaya, B. (2003). Bütünleşik kurumsal iletişim. Ankara: Siyasal Kitabevi.

Keskin, S., & Tanyıldızı, N. (2015). Kurumsal iletişimde sosyal medya kullanımı: Türkiye'de'ki GSM operatörlerinin Facebook performansları üzerine bir inceleme. E-Journal of Intermedia, 2(2), 460-480.

Onarman, B., & Vardarlıer, P. (2021). Sosyal medya kullanım nedenlerinin iletişim becerilerine etkisi. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 23(1), 191-212.

Özel, M. (2018). Kurum içi sosyal medya uygulamaları ve çalışan katılımı ilişkisi üzerine bir araştırma. Halkla İlişkiler ve Reklam Çalışmaları E-Dergisi, 1(2).

Polat, M., & Arabacı, İ. B. (2014). Eğitimde açık liderlik ve sosyal ağlar. Journal of World of Turks, 6(1).

Saotay, H. (2014). Sosyal medyanın kişilerarası iletişime etkisi (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Ankara Ufuk Üniversitesi. <https://tez.yok.gov.tr>

____Sönmezer, Z., & Büyükbaykal, A. C. (2024). Dijital medya ve teknolojinin kolektif kullanımı. The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication, 14(3), 753-762.

Taş, N. (2019). Sosyal medya ve çevrimiçi itibar yönetimi kavramları üzerine alanyazınsal bir değerlendirme. Ege Üniversitesi İletişim Fakültesi Medya ve İletişim Araştırmaları Hakemli E-Dergisi, 4, 4-22.

Terzi, A. (2020). Yeni medyanın farklı kullanım pratikleri açısından değerlendirilmesi: Bir literatür taraması. Birey ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi, 10(2), 33-50.

Ucun, K. (2012). Meslek yüksekokulu öğrencilerinin sosyal ağlardan Facebook’u genel ve mesleki eğitimde kullanım amaçları (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi. <https://tez.yok.gov.tr>

Uğurlu, Ö. (2015). Kadının benlik sunumunun güncel bir aracı olarak sosyal ağlar bir tasarım unsuru: “Kusursuzlaştırma”. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 8(1).

Üstün, B. (2005). Çünkü iletişim çok şeyi değiştirir. Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi, 8(2).

Vurgun, Ş., & Akpınar, G. M. (2018). Üniversite öğrencilerinin dijital medya bağımlılıklarının ölçülmesi: Adnan Menderes Üniversitesi Atça Meslek Yüksekokulu örneği. Kesit Akademi Dergisi, 4(17), 389-401.

Yiğiter, A., & Ata, F. (2022). Dijital medya okuryazarlığı becerisi: İletişim alanında eğitim gören lisans ve ön lisans öğrencilerine yönelik karşılaştırılmalı bir uygulama. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 53, 1-19.

Ismail Gasprinsky's Works and Ideas for the Cultural Unification of the Turkic World²⁶

Aykut DALAK¹,

¹E-mail: aykutdalak@karabuk.edu.tr, Karabuk University, The School of Foreign Languages, Karabuk / Turkey.

Abstract

This study focuses on the life, ideas, and legacy of Ismail Gasprinsky, a lead intellectual, reformer, and political thinker who took a prominent hand in the cultural and educational modernisation of the Turkic world under the Russian Empire. Putting emphasis on language, education, and publishing as means of modernisation and unification, Gasprinsky pioneered the "Usul-i Jadid" (New Method) approach to education and established Tercüman (Translator), the first Turkic-language newspaper in Russia. Through document analysis and historical research design, this study sheds light on his pragmatic and cautious strategy in creating the cultural unification while refraining from the familiar shutdown for the newspapers at that time by the regime. His advocacy for simplified Turkish, equal education opportunities for women and children, and the establishment of pro-modernisation foundations demonstrate his vision of a unified Turkic identity based on a shared language. In spite of working within the obstacles of the regime, Gasprinsky's legacy can be seen as a symbol of intellectual and cultural unification all over the Turkic world.

Keywords: Gasprinsky, Modernisation, Reform, Culture, Unification, Language.

Özet

Bu çalışma Rus İmparatorluğu sınırları içinde yaşayan Türklerin kültürel ve eğitimsel modernleşmesinde öncü bir rol oynayan entelektüel, reformcu ve siyasi düşünür olan İsmail Gaspıralı'nın hayatı, fikirleri ve mirasına odaklanmaktadır. Modernleşme ve birliğin araçları olarak dil, eğitim ve yayıncılığa vurgu yapan Gaspıralı, Usul-ü Cedid (Yeni Metod) yaklaşımını eğitimde uygulamış ve Rusya'daki ilk Türkçe gazeteyi yayımlamıştır. Doküman analizi ve tarihi araştırma deseniyle bu çalışma bir yandan rejimin gazeteyi kapatmasını engellerken diğer taraftan Türk Dünyasında birlik amacını gerçekleştirmek için Gaspıralı'nın pragmatik ve temkinli stratejisine ışık tutmaktadır. Sadeleştirilmiş bir Türkçe, kadın ve çocuklar için eşit eğitim fırsatları yaratmaya çalışması ve modernleşme yanlısı kurumların kurulmasında bulunması onun ortak bir dil temelinde tutarlı bir Türk kimliği vizyonunu ortaya koymaktadır. Dönemin rejiminin baskılarına rağmen Gaspıralı'nın başarısı ve mirası tüm Türk Dünyasında entelektüel ve kültürel birliğin sembolü olarak görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gaspıralı, Modernleşme, Reform, Kültür, Birlik, Dil.

²⁶ This paper and full-text have been produced from the M.A. thesis titled "Tercüman Gazetesi'nde 1905 Rus Devrimi ve 1908 Osmanlı Meşrutiyet Devrimi" by Aykut DALAK. (ORCID: 0000-0002-9342-3584)

INTRODUCTION

Ismail Gasprinsky can be titled as a thinker and intellectual leader known for his ideas for unifying the Turkic World via language, education and culture. He spent his life raising awareness for the necessity of development in the Turkic World, starting with the Russia Muslims. He was born in Bahçesaray in 1851. Taking his first schooling there, he graduated Akmescit All-boys School. Although he entered the military school in Moscow with his dream of becoming a military man, the dream was interrupted with his attempt to join the Ottoman army against the Cretan Revolt (1866-1869). Subsequent to his dismissal from the college, he returned to Bahçesaray and started teaching Russian. In 1872, he went to Paris and began assisting Ivan Turgenev. Following his Paris experience, he went to Constantinople and Crimea again respectively.

Gasprisinky, as a political thinker and later a journalist, devoted his life to bringing the Turkic World together. The aim of this study is to shed light on this remarkable man of letters. To this end, the resources and books written about him and some extracts from his newspaper will be used to underline his importance in the Turkic World.

METHOD

The collection of data is carried out through document analysis. In this study, qualitative method has been used on historical research design. Academic papers, studies regarding Gasprinsky and his newspaper, Tercüman, will be the main resources of data to be mentioned in the study. These extracts from the newspaper and the references to the studies about him are of great importance in terms of his works and ideas shaping the nationalist point of view in the Turkic World.

FINDINGS

The activities of Gasprinsky cover a wide range from opening schools to publishing a newspaper and magazines. The former is related to his new approach to education of the posterity. The latter was his vision of modernising all the layers of his society. As he had closely witnessed the lifestyle and the improvements in Europe, he was aware of the fact that the eastern world, specifically the Muslim world, had fallen behind the cutting edge methods. Therefore, he suggested a new way that he called “Usul-i Jadid” (New Method). In this system, students could learn how to read and write in forty days. The first school was opened in Bahçesaray in 1884. Via his sister, he opened the first school of his method in 1893. By 1914, the number of this sort of schools was nearly 5.000. In addition, he attributed a great deal of importance to the education of women and children. In 1905, the first women’s magazine, “Alem-i Nisvan”, was released by Gasprinsky. In the same year, the first children’s magazine, “Alem-i Sibyan”, was released by him again. Addressing different layers of the society, these magazines contributed to the enhancement of the cultural awareness. Moreover, Gasprinsky was one of the founders of the Islamic Union called “İttıfaq-i Muslimin” established in 1907. This union encouraged the religious and cultural reforms among the Russia Muslims. It also sought solutions for the social issues via the congresses for the Russia Muslims.

Jadidism became a political method named after Gasprinsky's method in education. Jadidism belongs within the broad framework of reformist and revolutionary movements among the Muslims of Russia and the neighboring Islamic countries in the late 19th and early 20th century (Hitchins, 2012: p.339). Bazarbayev, Assel and Muhabbat stated that the emergence of Jadidism associated precisely with these schools (2013: p.876-877). While in Paris, Gasprinsky learnt the cutting edge methods of teaching the alphabet and was willing to alter the archaic educational method. As one of the most featured figures of the modernisation among the Russia Muslims, Gasprinsky theorised the awakening for his people (Kushner, 2009: p.33). His method became widely known and the basis and initial point for modernisation of the Russia Muslims.

Furthermore, he supported the idea that Turkish had to be simplified and purified. As he pointed out that Istanbul Turkish had to be the common dialect among the Turkic peoples, he was underlining the importance of simplifying and purifying Istanbul Turkish. He was using this dialect in his newspaper. One can easily identify Gasprinsky's essays in Tercüman even if they are unanimous as these essays are even today comprehensible for an average Turkish reader.

The most prominent work of Gasprinsky was publishing the newspaper called Tercüman. Before the newspaper attempt, his dream was to become a member of the military but as mentioned above when he tried to join the Ottoman army against the Cretan Revolt in 1866, he was caught by the Russian officials and sent back (Suleymanov, 2006: p.9). Following that, he returned to Bahçesaray and started teaching Russian. Becoming a military man and teaching can be a reflection of his desire to modernise his community and people. As his community was lacking the initial and essential layer of modernisation, namely the intellectuals supported and financed by the class of bourgeois, he aimed to take over the task. Subsequent to his attempts to go to Constantinople, he headed for Paris. Then, he returned to Bahçesaray again and in 1878 he was elected the mayor. However, his actions were perpetually rejected by the Tsarist Russia, which taught him the policy of rest of his life: doing politics without being politicised (Dalak, 2016, 105). As result of all the attempts and failures in military and politics, he wended his way to publishing a newspaper. At first, his applications for publishing a newspaper had been refused by the officials of the Tsarist Russia for more than four years. Yet, it was eventually accepted in 1883, which was also a century after the annexation of Crimea by Russia.

The reason why Gasprinsky is still remembered is his newspaper Tercüman. In this newspaper, he published and disseminated his ideas. The name of the newspaper was inspired by the newspaper, Tercüman-ı Ahval of Şinasi Efendi in the Ottoman Empire. Tercüman of Gasprinsky was the first Turkic newspaper ever published in the Tsarist Russia (Devlet, 1985, 16). As pointed by Lazzerini, the newspaper was Gasprinsky's propaganda tool (1975: p.248). The newspaper was at first bilingual. By 1900, the circulation of the newspaper was over 6.000 and the main objective was to create and define the common Turkic language all over the Turkic World (Landau, 1999: p.492-493). The attitude he held in his newspaper was the reason why Russian officials let him carry on his publishing. But according to Bozkurt, Russia let him publish the newspaper because the Ottoman Empire under the reign of Abdulhamid II was following an Islamist policy, Russia wanted to appeal to the Russia Muslims (2008: p.66). On the other hand, Devlet stated that there were two reasons for the maintenance for Gasprinsky's newspaper; the first was his relations with Russian notables and the second was that he had graduated from Russian schools (2014: p.63). Last but not least, the next problem of the newspaper was the financial one. As the newspaper just

started to be published, it had no subscription. At this point, Gasprinsky was supported by his wife, Zühre (Kırimer, 2015: p.45-46).

No other newspapers published by any Muslim communities within the Tsarist Russia had been more than one year. Nevertheless, Tercüman continued to be published more than thirty years. The main reason for that can be the fact that Gasprinsky uttered a sober language in his newspaper. For instance, he used “local Muslims” instead of “Turks” in his newspaper not to bother the empire (Maraş, 2014: p.64). In parallel with the language and attitude of not bothering the empire, he deemed the Russian expansion in the Central Asia as an opportunity for Turkic peoples to be modernised (Akpınar, 2005: p.79-121), for which he was criticised a lot. The cautious and moderate attitude of Gasprinsky can be attributed to the strict measures of the Russian empire. Gasprinsky wished to carry on his activities and did not want the empire to hinder them. Thus, he also refrained from the active politics. When Hamdullah Suphi appreciated his works regarding the unification of the Turkic world and asked for suggestions, Gasprinsky stated that since those ideas (referring to active politics about Turkism and nationalism) were forbidden for them, their main objective should be the cultural and intangible unification (Kırimer, 2015: p.54-55).

When he started publishing the newspaper, he focused his attention on works of encyclopaedia, dictionaries and history, which clearly shows that his actions were closely related to nationalism and nation-building. As Crimea was overwhelmingly under cultural and religious effect of the Ottoman Empire, he chose the Ottoman capital as the center and target of his reforms. By simplifying and purifying the Ottoman Turkish and not using the Arabic and Persian words and phrases, he aimed at taking a concrete step forward for his famous motto “Unity in language, thought and action”. His cautious and plausible strategy can be seen in this motto. The sequence from language and thought to action reveals that he initially put the cultural works and unity; afterwards, actions’ turn would come. The cultural unity was not an objective, but a means for his ultimate plan, namely the unity among the Turkic peoples within the Russian Empire and beyond.

As Gasprinsky deemed the Ottoman Empire as the leader of the Islamic world, he closely followed up the up-to-date news regarding her. As a summary of the news featured in the newspaper, there were three topics. The first one was the news about the capital. The second was the issue between the Tsarist Russia and the Ottoman Empire, particularly the Balkans. The last one was the revolutionary news regarding the Ottoman Empire. For example, in an article titled “the Surging Balkans” and dated November 6, the events in the mentioned region was on the verge of outbreak (Editorial, Tercüman, 1907). On the same day, there was a news report about the Ottoman Empire under the title of “External News”. This marked that the revolutionary moves in Erzurum was increasing (Tercüman, 1907). While following the events within the Ottoman Empire, he also compared the Russia Muslims with the minorities of the Ottoman Empire. His distinction was clear and right: “the minorities in the Ottoman Empire are all different from each other as each of them has their own language, history and culture, the ones in Russia, namely Turks in Azerbaijan, Crimea, Kazan and beyond Khazar, are all brother” (Akpınar, 2008, p. 127).

Regarding the matters within the Russian Empire, the newspaper was reporting under the title of “Internal News”, an instance of which was titled as “National Assembly”, referring to Duma opened following the Russian Revolution of 1905 and on November 20 Gasprinsky expressed his thanks to the Tsar for the opening of the third Duma (Editorial, Tercüman, 1907). Gasprinsky attained much importance to Duma because he saw it as an opportunity to represent his community in the empire and to convey their wished to the Tsar himself.

Gasprinsky also mentioned a difference between the second and the third Duma as he was closely following up the latest news about Duma which he deemed as an opportunity for the Russia Muslims to attend and represent the people's wishes and resentments. While mentioning the difference, he stated that despite the fact that the level of political representation of the Russia Muslims was not sufficient, it was pleasing that Muslim deputies were distributed among the all parties and fractions in Duma compared the previous Duma (Editorial, Tercüman, 1908). It is the proof that Gasprinsky was interested in both external and internal events equally. He was not a local man. He was considering every attempt for improvement of his people equally.

CONCLUSION AND DISCUSSION

What distinguished Gasprinsky from his contemporaries was that he suggested plausible and earthly solutions and actions. His programme to modernise his community consisted of reformation in education, opening national schools, annihilating the gender distinction in these schools, establishment of foundations to finance these schools and to give scholarships, simplifying and purifying the language, and eventually unifying the Turkic world initially in terms of cultural aspects. Disputes over the amount or range of westernisation had been going on at that time; however, Gasprinsky overcame this phase and clarified his plan to modernise his community. Another aspect of Gasprinsky was on one hand meticulous plan and on the other hand his patience. Taking the other modernists of his time into consideration, one can easily see that they were in a hurry and were conducting their ideas and plan often radically. Nonetheless, he was playing his move moderately and patiently. In addition, he was usually criticised for being too cautious and even acting cowardly. But as mentioned before, he accomplished publishing a newspaper for more than thirty years by his cautious attitude. At that time, the Tsarist regime in Russia was strict and closing the newspapers published by minorities within the empire even without any excuses. So as to handle with that, Gasprinsky had to choose this way.

Ismail Gasprinsky passed away on September 24 1914 in Bahçesaray. He was buried near the shrine of Hacı Han Giray, the founder of the Khanate of Crimea with the attendance of thousands coming from the different regions of the empire. Admitted the symbol of unification of language, education and culture among the Turkic peoples, Gasprinsky, even today, goes on inspiring the Turkic worlds with his ideas. His life and actions are of great importance in terms of modernisation and unification in the Turkic world. His approach to education, contributions in publishing and his works encouraging the cultural unity in the Turkic world are the basis for his legacy.

REFERENCES

- Akpınar, Y. (2005), *İsmail Gaspıralı Seçilmiş Eserleri II: Fikrî Eserleri*, İstanbul: Ötüken Neşriyat.
- Akpınar, Y. (2008), *İsmail Gaspıralı Seçilmiş Eserleri III: Dil-Edebiyat-Seyahat Yazıları*, İstanbul: Ötüken Neşriyat.
- Balkan Kaynıyor. (1907, 6 November). *Tercüman*. No:71.
- Bazarbayev, K.K., Assel, G., Muhabbat, G. (2013). Jadidism Phenomenon in Central Asia, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* (89), 876–881.

- Bozkurt G.S. (2008). *1905-1907 Yılları Rusya Müslümanlarının Siyasi Kimlik Arayışı*. İstanbul: Doğu Kütüphanesi.
- Dalak, A. (2016). *Tercüman Gazetesi'nde 1905 Rus Devrimi ve 1908 Osmanlı Meşrutiyet Devrimi* (Unpublished M.A. Thesis). Karabuk University Social Sciences Institute, Karabuk.
- Devlet, N. (1985). *Rusya Türklerinin Milli Mücadele Tarihi 1905-1917*. Ankara: Türk Kültürünü Araştırma Enstitüsü.
- Devlet, N. (2014). Untitled. *Vefatının 100. Yıldönümünde Gaspıralı İsmail Bey Sempozyum Bildirisi*. Eskişehir: Eskişehir Valiliği Kültür Yayınları, 63-75.
- Hariciye Haberleri: Türkiye. (1907, 6 November). *Tercüman*. No: 71.
- Hitchins, K. (2012) "JADIDISM," *Encyclopaedia Iranica*, XIV/4, pp. 339-346, <http://www.iranicaonline.org/articles/jadidism>.
- Kırımer, C. S. (2015), *Gaspıralı İsmail Bey: Dilde, Fikirde, İşte Birlik*, ed., Cezmi Bayram, İstanbul: İstanbul Türk Ocağı Press.
- Kushner, D. (2009). *Türk Milliyetçiliğinin Doğuşu*. İstanbul: Kesit Yayınları.
- Lazzerini, E.J. (1975). Jadidism at the Turn of the Twentieth Century: A View from within. *Cahiers du Monde russe et soviétique*, 16 (2), 245-277.
- Maraş, İ. (2014). İsmail Gaspıralı ve Siyasi Faaliyetleri. *Vefatının 100. Yıldönümünde Gaspıralı İsmail Bey Sempozyum Bildirisi*. Eskişehir: Eskişehir Valiliği Kültür Yayınları, 28-35.
- Millet Meclisi: G. Duma. (1907, 20 November). *Tercüman*. No:75.
- Müslüman Fraksiyesi. (1908, 22 January). *Tercüman*. No:5.
- Süleymanov, S. (2006). *Gaspıralı İsmail Bey'in Hayatı, Eserleri ve Fikirleri*. Bursa: T Yayınları.

İstanbul'un Toplumsal Tarihine Katkı: 1950'li Yıllarda Kurulan İstanbul Hemşeriler Cemiyeti'nin Programı ve Faaliyetleri

Sezer ŞİMŞEK¹

¹ssezersimsek@gmail.com; Bartın Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Sosyoloji Bölümü, Bartın/Türkiye

Özet

İstanbul'un toplumsal tarihinde özellikle belli derneklerin önemli bir yeri bulunmaktadır. 1950'li yılların başında kurulan İstanbul Hemşeriler Cemiyeti bunlardan biridir. Gazeteci ve yazar Burhan Felek'in öncülüğünde kurulmasının yanı sıra dönemin kültür, edebiyat ve bilim çevrelerinden önemli isimlerin de görev aldığı İstanbul Hemşeriler Cemiyeti, 1950'li yıllar basınında adından sıklıkla bahsedilen kuruluşlardan birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. 1950'li yıllarda *Cumhuriyet* gazetesindeki köşesinde pek çok konunun yanı sıra "hemşerilik terbiyesi" konusunu da işleyen Burhan Felek, İstanbul Hemşeriler Cemiyeti'ni kurmuş ve Ziyaeddin Fahri Fındıkoğlu, Yaşar Nabi Nayır, Sabri Esat Siyavuşgil gibi isimler bu dernekte görev almışlardır. Literatür taramasına ve süreli yayınların incelenmesine dayanan bu çalışmada İstanbul Hemşeriler Cemiyeti'nin kuruluş aşamasından, programından ve faaliyetlerinden bahsedilecek ve İstanbul'un toplumsal tarihiyle ilgili mevcut literatüre bir katkıda bulunmaya çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Burhan Felek, İstanbul Hemşeriler Cemiyeti, kent tarihi.

Abstract

Certain associations have an important place in the social history of Istanbul. Founded in the early 1950s, the Association of Istanbul Citizens is one of these associations. Founded under the leadership of journalist and writer Burhan Felek, the Association of Istanbul Citizens, of which important names in culture, literature and science of the period were also members, appears as one of the organisations whose name is frequently mentioned in the press of the 1950s. In the 1950s, Burhan Felek, who wrote a column in *Cumhuriyet* newspaper on the subject of 'citizenship education' among many other topics, founded the Association of Istanbul Citizens and names such as Ziyaeddin Fahri Fındıkoğlu, Yaşar Nabi Nayır, Sabri Esat Siyavuşgil served in this association. This study, which is based on a literature review and examination of periodicals, will discuss the establishment, programme and activities of the Association of Istanbul Citizens and will attempt to contribute to the existing literature on the social history of Istanbul.

Keywords: Association of Istanbul Citizens, Burhan Felek, social history.

GİRİŞ

İstanbul'un toplumsal tarihinde özellikle belli derneklerin önemli bir yeri bulunmaktadır. 1950'li yılların başında kurulan İstanbul Hemşeriler Cemiyeti bunlardan biridir. Gazeteci ve yazar Burhan Felek'in (1889-1982) öncülüğünde kurulmasının yanı sıra dönemin kültür, edebiyat ve bilim çevrelerinden önemli

isimlerin de görev aldığı İstanbul Hemşeriler Cemiyeti, 1950’li yıllar başında adından sıklıkla bahsedilen kuruluşlardan birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Süreli yayınların incelenmesine ve literatür taramasına dayanan bu yazıda İstanbul Hemşeriler Cemiyeti’nin kuruluş aşamasından, programından ve faaliyetlerinden bahsedilecektir. İstanbul Hemşeriler Cemiyeti’nin kurulmasının tarihsel arka planına dikkat çeken ve cemiyetin faaliyetlerine odaklanan bu yazıyla İstanbul’un toplumsal tarihine ilişkin ilgili mevcut literatüre bir katkıda bulunmaya çalışılacaktır.

İSTANBUL HEMŞERİLER CEMİYETİ’NİN KURULMASI

Türk basın tarihinin önemli isimlerinden biri olan Burhan Felek, 1940’lı yıllarda *Cumhuriyet* gazetesinde “Hadiseler Arasında” adlı köşesinde yazmakta ve toplumsal meseleleri ele almaktadır. Çeyrek asırdan fazla bir süre *Cumhuriyet*’te yazan Felek, 1940’lı yıllarda pek çok konunun yanı sıra şehir terbiyesine dair yazılar da kaleme almıştır. Halkın gündelik sorunlarıyla ilgilenen Burhan Felek, bu sorunları köşesinde dile getiren muharrirlerden biridir.

Bu bağlamda, Burhan Felek’in 1948 yılında Beyoğlu’nu anlatan “Doğru yolun hali” adlı yazısı, İstanbul’un toplumsal sorunlarıyla ilgili yazılarına bir örnektir. Necmi Rıza Ahıskan’ın konserinin ardından o zamanki İstanbulluların “Doğruyol” olarak andığı İstiklâl Caddesi’nde Taksim’e doğru yürüyen Burhan Felek, gördüğü nahoş manzaradan duyduğu rahatsızlığı dile getirmiştir. Burhan Felek, *Cumhuriyet*’te yayınlanan bu yazısının sonunda “Bütün bunlara intizaren Beyoğlunun meyhanezedelerle ve sarhoşlarla geçilmez hale gelmesinin önüne geçmek ilk vazifemiz olmalıdır” (Felek, 1948, s. 3) demektedir.

Cumhuriyet gazetesindeki köşesinde çoğunlukla toplumsal meselelerden bahseden Burhan Felek, şehir terbiyesinin giderek bozulmakta olduğundan da bahsetmiştir. 2 Mayıs 1950 tarihinde “Hemşerilik terbiyesi” başlıklı bir yazı kaleme alan Felek, bu yazısında Maçka’ya çıkan Bayıldım Yokuşu’ndaki çiçeklerin koparılmasından bahsetmekte ve “bu yokuştan inen veya çıkan çoluk çocuk, kadın erkek hemen herkes bu çiçekleri yoldu, kopardı” (Felek, 1950a, s. 3) demektedir. Buna karşın orada bulunan hiç kimsenin bu duruma itiraz etmediğini söyleyen Felek, “bizde neme lâzım zihniyeti hâkim oldukça bu böyle devam edecektir” (Felek, 1950a, s. 3) diyerek bu anlayışın değişmesi gerektiğini belirtmektedir. Bunun yanı sıra Felek, şehirdeki kamu malına mütemadiyen zarar verildiğini söylemekte ve bu konudaki üzüntüsünü dile getirmektedir. Bu hususta Felek, “otobüslerin, sinemaların, tramvayların ve vapurların deri kanapelerini jiletlerle kesenler, başka memleketten gelen sabotajcılar değillerdir. (...) Sokaktan geçen otomobile tüküren, taş diken, teneke atan ve boyasını çizenler bizim yetiştirdiğimiz ve yetiştirmekte olduğumuz yavrulardır” (Felek, 1950a, s. 3) demektedir. “Bahçeyi yoluyor, kabloyu koparıyor, kanapelerin derilerini kesiyoruz” (Felek, 1950a, s. 3) sözlerinin ardından Felek, şehrin bu şekilde tahrip edildiğini ve bu adetlerin şehirli arasında yerleşmemesi gerektiğini ifade etmektedir (Felek, 1950a, s. 3). Bu durum karşısında Burhan Felek’in önerdiği çözüm ise topluma “şehirli terbiyesi”nin kazandırılmasıdır. Burhan Felek, bunun beden terbiyesinden çok daha önemli ve lüzumlu olduğunu söylemekte ve Eminönü Halkevi’nde bu konuyla ilgili bir toplantı yapacaklarını belirtmektedir. Bu toplantı, kurulacak olan cemiyetin hazırlık toplantısıdır (Felek, 1950a, s. 3).

Burhan Felek’in bu bağlamda eleştirdiği hususlardan biri de “hürriyet” kavramının “başıbozukluk” olarak anlaşılmasıdır (Felek, 1950b, s. 3). Bu konuya 1950 yılının Eylül ayında yayınlanan bir yazısında değinen Felek, toplumda yalnızca belli bir kesimin, hürriyet kavramını yanlış yorumlayarak topluma zarar verdiğini söylemekte ve şehirdeki insanların bundan muzdarip olduğunu belirtmektedir. Bu hususta Felek,

“Türkiyede demiyelim, İstanbulda beş on, yirmi bin kişi alabildiğine hürriyetten müstefid olmaktadır. Lüzumundan ve hakkından fazla müstefid olmaktadır. Gürültü etmekte, pislik etmekte, şuna buna sarkıntılık etmekte, nizam dinlememekte, halkı tedirgin etmekte kendini serbest sanmaktadır” (Felek, 1950b, s. 3) demektedir ve ardından “Bütün bu serâzâdlığın fazla hürriyet paylarını şehrin sakin ve terbiyeli unsurları ödemektedir” (Felek, 1950b, s. 3) ifadesini kullanmaktadır.

Cumhuriyet gazetesinde yayınlanan “Ayıb umumileşince..” başlıklı yazı da Burhan Felek’in bu dönemde hemşerilik terbiyesiyle ilgili kaleme aldığı yazılardan biridir (Felek, 1950c, s. 3). Bu yazı da İstanbul Hemşeriler Cemiyeti’nin kuruluş amacını gösteren önemli metinlerdendir. Nitekim cemiyetin kurucusu Burhan Felek, bu yazısında gündelik hayattaki bazı olumsuz örneklerden yola çıkarak Türk toplumunun bir kriz geçirmekte olduğunu ve artık harekete geçilmesi gerektiğini belirtmektedir. Yazının başında “ayıp” kavramını ele alan Burhan Felek, ayıbın umumileştikçe ayıplığını kaybettiğini söylemektedir. “Bir cemiyetin en çok dikkat edeceği şey ayıpların, ahlâksızlıklar ve terbiyesizliklerin ayıbını ve çirkinliğini kaybetmemesi yani umumileşmemesidir.” (Felek, 1950c, s. 3) diyen Burhan Felek bu sözlerinin ardından “ahlâk telâkkilerinde gevşeme cemiyetin her tabakasına sirayet etmiştir.” (Felek, 1950c, s. 3) tespitinde bulunmaktadır. (Felek’in bu yazıyı kaleme aldığı dönemde “cemiyet” kavramı “toplum” mânâsında da kullanılmaktadır.) Toplumda manevi kıymetlere önem verilmemesini eleştiren Felek, toplumsal çözülmenin yaygınlaşması sonucu yanlış örneklerle göz yumar hâle geldiğini söylemektedir. “Ahlâk” kavramını “cemiyetin kötülöklere karşı müdafaa silâhı” olarak tanımlayan Felek, sakin vatandaşların kendilerini korumasının giderek güçleştikğini belirtmektedir. Bu düşüncelerin ardından Burhan Felek, “Bu halile Türk cemiyeti bir kriz geçiriyor demektir. Bunu önlemek için harekete geçmek zamanı hâlâ gelmemiş midir?..” (Felek, 1950c, s. 3) sorusunun ardından bu toplumsal probleme ilişkin çözüm önermektedir. Bu işi bir “memleket meselesi” olarak gören Felek, “Gelin hukukçular, cezacılar, pedagoglar, sosyologlar, psikologlar... şu yaraları tedavinin çaresini düşünelim.” (Felek, 1950c, s. 3) sözlerinin ardından “yapılacak şey, işe beş yaşındaki çocuğun terbiyesinden başlamaktır.” (Felek, 1950c, s. 3) demektedir. Bu problemin görmezden gelinemeyeceğini düşünen Felek, “Bırakırsak bu yara derinleşecek, ufunet artacak ve cemiyetimiz için çok daha tehlikeli hal alacaktır.” (Felek, 1950c, s. 3) demektedir. Bu düşüncelerle Burhan Felek, 1950 yılında İstanbul Hemşeriler Cemiyeti’nin kurulmasında rol almıştır.

İstanbul Hemşeriler Cemiyeti’nin kurucuları arasında Burhan Felek’in yanı sıra Ziyaeddin Fahri Fındıkoğlu, Yaşar Nabi Nayır, Cemal Refik Delibaş, Bülent Davran, Orhan Erdenen gibi isimler bulunmaktadır. Cemiyetin 1952 yılındaki idare heyeti listesinde ise Burhan Felek, Vasfı Rıza Zobu, Ziya Somar, Sabri Esat Siyavuşgil, Galip Arcan’ın isimleri görölmektedir (Akçura, 2008: 68). Aynı yıl cemiyetin 700 aslî, 3500 yardımcı üyesi bulunmaktadır (Akçura, 2008: 67). Cemiyetin kurucu başkanlığını yapan Burhan Felek, başkanlık görevini bir süre sonra Muzaffer Erer’e devretmiştir (Serhadoğlu, 1955: 6).

İSTANBUL HEMŞERİLER CEMİYETİ’NİN PROGRAMI VE FAALİYETLERİ

1950 yılında kurulan İstanbul Hemşeriler Cemiyeti, kuruluş döneminden itibaren basında pek çok kez haber konusu olmuş ve cemiyetin faaliyetlerinden söz edilmiştir. Bunlardan biri *Yeni Sabah* gazetesinde çıkan “İstanbul Hemşeriler Cemiyetinin dünkü toplantısı” başlıklı haberdur. 1950 yılının Eylül ayında çıkan bu yazıda cemiyet üyelerinin İstanbul’a faydalı olunabilmesi temennisinde bulundukları ve cemiyetin gayesinden söz edildiği belirtilmektedir (Yeni Sabah, 1950). Bu haberden kısa bir süre sonra cemiyetin bir başka toplantısından bahsedilmiş ve cemiyetin kısa süre içinde oldukça ilgi gördüğü yazılmıştır. Bunun yanı sıra cemiyet tarafından yayınlanan beyannameye de yer verilmiştir. Beyannamede şehirde

yaşayanların İstanbul'a evleri gibi bakmaları gerektiği, fakat maalesef pek çok kişinin evinin dışını kendisinden saymadığı belirtilerek şehirdeki temizlik ve düzenin önemine dikkat çekilmektedir. (Yeni İstanbul, 1950a). Aynı gazetede "Hemşeriler Cemiyetinin faaliyeti" başlığıyla yayınlanan bir haberde ise cemiyetin hukukçular komitesinin bir toplantı yaptığı bildirilmiştir. Burhan Felek, Sıddık Sami Onar, Bülent Davran ve Necdet Evliyagil'in katıldığı toplantıda İstanbul "başıboş şehir" olarak nitelenmiş ve şehirde hemşeriler arasından fahri müfettişler seçilmesi teklif edilerek konuya dair ilgili makamlarla görüşülmesi kararlaştırılmıştır (Yeni İstanbul, 1950b). İstanbul Hemşeriler Cemiyeti ile ilgili basında yer alan yazılardan biri de cemiyetin genel sekreteri Orhan Erdenen ile yapılan bir röportajdır. Orhan Erdenen, *Cumhuriyet* gazetesi muhabiri Kazım Kip tarafından kendisiyle yapılan röportajda cemiyeti tanıtmıştır. Daha önceleri "İstanbul efendisi" denilen bir insan tipinin olduğunu anlatan Erdenen, "İstanbul efendisi"nin vapura binerken yol verdiğini, tramvaya binerken "buyurunuz" dediğinden bahsetmekte, fakat bunların hepsinin ortadan kalktığını söylemektedir. Bunun yerine ise sıraya girmesi için uyarıldığında "Dünyayı sen mi düzelteceksin be adam!" diyen, sokağa tükürmenin ayıp olduğu söylendiğinde "Babanın evi mi?" diye cevap veren bir anlayışın hâkim olduğunu ve efendi olan herkesin sindirildiğini anlatmaktadır. "Şehrin çehresini, huyunu değiştirdiler" (Akçura: 2008: 69) diyen Erdenen, "İstanbul efendisi"nin artık görünmez olduğunu söylemektedir. İstanbullu hemşerilerin "hemşerilik gururu" ile bu sorunlar hakkında dertleştiğini belirten Erdenen, bu kişilerin toplanarak İstanbul Hemşeriler Cemiyeti'ni kurduklarını belirtmektedir (Akçura: 2008: 69).

İstanbul Hemşeriler Cemiyeti'nin kuruluş gerekçeleri cemiyetin beyannamesinde ayrıntılarıyla açıklanmıştır. (İstanbul Hemşeriler Cemiyeti, 1952). Bu beyanname Cemiyet tarafından 1952 yılında basılan "Umumi Program" başlıklı metinde yer almaktadır. Beyannamede ilk olarak hemşerilik dayanışması ve terbiyesinin kıymetinden bahsedilmiş, ardından bir şehrin en doğal vasıfları olarak temizlik, düzen, emniyet ve huzurdan söz edilmiştir. Bununla birlikte bu hususlar konusunda duyarlı olmayan hemşerilere bu değerlerle ilgili telkinde bulunulması gerektiği anlatılmıştır. Cemiyetin temel amacı ise "İstanbulu lâyük olduğu medeni seviyeye yükseltmek, asırlar boyunca teşekkül etmiş şöhret ve değerlerinin kaybolmamasına çalışmak" olarak ifade edilmiştir (İstanbul Hemşeriler Cemiyeti, 1952). Bunun yanı sıra metinde "içtimai terbiye" kavramının önemi sıklıkla vurgulanmaktadır. Bir diğer önemli husus, toplumsal düzenin tesis edilmesi bağlamında "sosyal ayıp şuuru"nun "cezai polis müeyyidesi"nden daha etkili olduğunun ifade edilmesidir. Cemiyet, "hiç kimseye, hiçbir yer ve zamanda rahatsızlık vermemek ilk prensibimiz olmalıdır" demektedir (İstanbul Hemşeriler Cemiyeti, 1952). Beyannamede toplumda sosyal ayıp bilincinin oluşması bakımından şehrin huzurunu ve temizliğini bozan hareketlerin en azından ayıplanması gerektiği belirtilmekte; nezâket, görgü ve saygı kuralları olarak tanımlanabilecek âdâbımuâşerete âzâmi ölçüde riayet edilmesi gerektiği söylenmektedir. Buna ek olarak şehirdeki tarihi eser ve âbidelerin tanınması ve bunlarla ilgili bir koruma bilinci oluşması gerektiğinden bahsedilmektedir. "Şehrimizde ancak, göstereceğimiz hemşerilik terbiyesile huzur içinde yaşayabiliriz" denmekte, hemşerilerin "hemşerilik şuuru"na sahip olması gerektiği ifade edilmektedir (İstanbul Hemşeriler Cemiyeti, 1952).

Cemiyetin programında ise yapılmakta olan ve ileride yapılması amaçlanan çalışmalar ana hatlarıyla tanıtılmaktadır. Bu çalışmaların, belediye ile birlikte yapılması gerekenler ve belediyeden bağımsız şekilde yapılacak çalışmalar olarak tasnif edildiği görülmektedir (İstanbul Hemşeriler Cemiyeti, 1952). Bu bağlamda İstanbul Hemşeriler Cemiyeti'nin dönemin İstanbul Valisi ve Belediye Başkanı Fahrettin Kerim Gökay tarafından desteklendiğini de belirtmek gerekmektedir. Fahrettin Kerim Gökay, İstanbul Hemşeriler

Cemiyeti tarafından 1954 yılında yayınlanan *Büyük İstanbul Albümü*'nün sunuş yazısını kaleme almış ve “İstanbul Hemşeriler Cemiyeti, demokratik rejimin en seçkin bir organıdır.” sözlerinin ardından “Hemşeriler cemiyetinin müsbet çalışmalarıyla yakından alâkalanıyorum” ifadelerini kullanmıştır (Akçura, 2008: 70). Çalışmalarının bir kısmını belediye ile birlikte yapmak isteyen İstanbul Hemşeriler Cemiyeti'nin programına göre cemiyet üyelerinin belediyeyle işbirliği içinde olması ve şehirdeki aksaklıkların üyeler tarafından belediyeye bildirilmesi düşünülmektedir (İstanbul Hemşeriler Cemiyeti, 1952).

İstanbul Hemşeriler Cemiyeti'nin belediyenin haricindeki çalışmaları da oldukça dikkat çekicidir. Bunlardan ilki, öğrencilere ve halka yönelik düzenlenen konferanslardır. Bir diğer ilgi çekici çalışma ise radyo, gazete ve dergilerde “terbiyevî cümleler”e yer verilmesinin sağlanmasıdır. Bu yolla “sosyal ayıp şuuru”nun oluşması amaçlanmaktadır. Bunun yanı sıra “iyi hemşerilik şuuru göstermeyen komşuların ikaz edilmesi”nden ve “iyi hemşerilere teşekkür yazısı yollamak”tan söz edilmektedir. Cemiyetin okullarla ilgili bir diğer çalışması “iyi hemşeri kime derler” konusunda okullarda hediyeli yarışmalar düzenlenmesi ve cevapların yayınlanmasıdır. Cemiyet beyannamesinin gazetelerde, dergilerde, radyolarda neşredilmesi, “iyi hemşeri, kötü hemşeri” konusunda broşürler hazırlanarak dağıtılması da çalışmalar içinde sayılmaktadır. Cemiyet, vaizler ve öğretmenler ile işbirliği yapmayı da amaçlamaktadır. Bu husus, “Vâizler, öğretmenler gibi kütlelere hitap edenlerle toplantılar yaparak, hemşerilik şuuru mevzuunda konuşmalarını rica etmek” sözleriyle açıklanmaktadır. Son olarak ise “dertleşme toplantıları” düzenlenmesinden söz edilmektedir. Bu toplantıların şehir sâkinleriyle ve cemiyet üyeleriyle yapılması düşünülmektedir (İstanbul Hemşeriler Cemiyeti, 1952).

1952 yılında yayınlanan “Umumi Program”da çalışmalarını kapsamlı bir şekilde açıklayan İstanbul Hemşeriler Cemiyeti'nin bu çalışmalarına devam ettiği, basında yer alan yazılardan anlaşılmaktadır. 1953'te *Vatan* gazetesinde yayınlanan bir yazısında cemiyetin çalışmalarından söz eden Enis Tahsin Til, cemiyetin başlıca hedefinin hemşeriler arasında sevgi ve saygının tesis edilmesi olduğunu söylemekte ve “Bu hedefe varmak için hiçbir fırsat kaçırılmıyor. Toplantılar tertip ediliyor, konuşmalar yapılıyor, vakit vakit küçük broşürler yayınlanıyor.” (Til, 1953, s. 4) demektedir. 1958 yılında gazetede yer alan haberlere göre ise İstanbul Hemşeriler Cemiyeti'nin Kıbrıs Türkleri için yardım kampanyası başlatan kuruluşlardan biri olduğu yazılmaktadır. Kızılay ile de temasa geçen cemiyet, “Türk Kıbrıs'a Sosyal Yardım Organizasyon Komitesi” adlı bir komite kurmuştur (Sarısaman, 2016: 166). Bu yazı ve haberlerden 1950 yılında kurulan İstanbul Hemşeriler Cemiyeti'nin, faaliyetlerine 1950'li yılların sonlarında da devam ettiği anlaşılmaktadır.

SONUÇ

İstanbul'un toplumsal sorunlarıyla yakından ilgilenen ve pek çok yazısında şehirdeki sosyolojik dönüşüme ışık tutan Burhan Felek'in eserleri ve yazıları İstanbul'un ve Üsküdar'ın toplumsal tarihi bakımından temel kaynaklardır ve önemini hâlâ korumaktadır. Burhan Felek, 1940'lı yılların sonu ve 1950'li yılların başlarında “hemşerilik terbiyesi”nden bahsetmesinin ardından İstanbul Hemşeriler Cemiyeti'nin kurulmasına öncülük etmiştir. Şehirdeki toplumsal sorunlara dikkat çekerek bir çözüm üretmeye çalışan ve bu sorunlara dair bir reçete ortaya koyan İstanbul Hemşeriler Cemiyeti, İstanbul'un toplumsal tarihinde önemli bir yere sahiptir. 1950'li yıllar basınında isminden sıklıkla söz edilen İstanbul Hemşeriler Cemiyeti, bu dönemdeki çalışmalarıyla dikkat çekmektedir. Bununla birlikte cemiyetin amaçları ve faaliyetlerinin dışında bu cemiyetin bizatihi kurulması dahi o dönemdeki toplumsal çözülmenin bir göstergesi olarak ele alınabilir.

KAYNAKÇA

- Akçura, G. (2008). Nafile Cemiyetler Tarihi: Sevgi ve Saygı İstiyorum. *Toplumsal Tarih*, Sayı: 174.
- Felek, B. (1950c, 12 Ekim). Ayıb umumileşince.. *Cumhuriyet*, s. 3.
- Felek, B. (1948, 9 Aralık). Doğru yolun hali. *Cumhuriyet*, s. 3.
- Felek, B. (1950a, 2 Mayıs). Hemşerilik terbiyesi. *Cumhuriyet*, s. 3.
- Felek, B. (1950b, 19 Eylül). Nizamşiken ruhu tepelemeli. *Cumhuriyet*, s. 3.
- İstanbul Hemşeriler Cemiyeti. (1952). *Umumi Proğram “Ana Hatları itibariyle”* İstanbul: Halk Basımevi.
- Sarısaman, S. (2016). Türk Halkının Kıbrıs Halkına Yaptığı Yardımlar (1950-1974). *Uluslararası Boyutlarıyla Kıbrıs Meseleri ve Geleceği Uluslararası Sempozyumu Bildiriler; 11-13 Aralık 2014/Gazimağusa* içinde (s. 159-201). Ankara: Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Atatürk Araştırma Merkezi.
- Serhadoğlu, R. (1955). *Büyük İstanbul Albümü*. İstanbul: Osman Yalçın Matbaası.
- Til, E.T. (1953, 12 Kasım). Atatürk ve Gençlik. *Vatan*, s. 4.
- Yeni İstanbul (1950a, 19 Kasım). “İstanbul Hemşeriler Cemiyetinin beyannamesi.” *Yeni İstanbul*, s. 2.
- Yeni İstanbul (1950b, 24 Aralık). “Hemşeriler Cemiyetinin faaliyeti.” *Yeni İstanbul*, s. 2.
- Yeni Sabah (1950, 12 Eylül). “İstanbul Hemşeriler Cemiyetinin dünkü toplantısı.” *Yeni Sabah*, s. 2.

1776-1777 Yılı Akkirman Kazası'ndaki Cizye Mükellefleri ve Gelirleri

Mustafa IŞIK¹

¹E-mail: misik@mku.edu.tr; Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Tarih Bölümü, Hatay/ Türkiye.

Özet

Günümüzde Ukrayna sınırları içerisinde yer alan Bilhorod-Dnistrovski olarak adlandırılan Türk kaynaklarında ise Akkirman olarak geçen şehir 1484 yılında II.Bayezid'in Boğdan Seferi sonrasında Osmanlı hakimiyetine girmiştir. Şehrin fethinden itibaren Turla (Dinyester) Nehri'nin Karadeniz'e döküldüğü yerdeki stratejik konumundan dolayı Akkirman, Osmanlı Devleti'nin kuzey seferleri ve İstanbul'un et, balık ve tahıl ihtiyacı için önemli bir rol oynamıştır. Çok uluslu ve çok dinli bir yapıya sahip olan Osmanlı Devleti'nde yoğun miktarda gayrimüslim reayanın yaşadığı bilinmektedir. Osmanlı Devleti'nin egemenliği altında yaşayan, belli maddi ve sıhhi şartları sağlayan her gayrimüslim reayadan can, mal ve ırzlarının güvenliği karşılığında kişi başına farklı miktarlarda cizye vergisi alınmaktaydı. Bu bildiride Devlet Arşivleri Başkanlığı Osmanlı Arşivi'nde Bâb-ı Defteri kataloğunda yer alan 1776-1777 tarihli ve D.CMH.d.26881 numaralı cizye muhasebesi defterindeki Akkirman Kazası'na ait cizye mükellefleri ile cizye gelirleri ele alınmaya gayret edilmiştir. Buna göre; Akkirman Kazası'nda şehir merkezinde ve köylerde yaşayan gayrimüslim reayanın gebran ve yahudiyan olarak kaydedildikleri ve cizye ödedikleri tespit edilmiştir. İncelediğimiz defterdeki verilerden Akkirman Kazası'nda ikamet eden gayrimüslimlerin zengin (âlâ), orta halli (evsat) ve fakir (ednâ) olarak üç farklı sosyo-ekonomik kategoride kaydedildikleri anlaşılmaktadır. Nefs-i Akkirman ve 7 adet köyün cizye kayıtları ilgili defterdeki veriler ışığında gün yüzüne çıkarılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akkirman, Cizye, Gayrimüslim Reaya, Ukrayna

Abstract

The city, which is today called Bilhorod-Dnistrovski, located within the borders of Ukraine, and referred to as Akkirman in Turkish sources, came under Ottoman rule after Bayezid II's Moldavian Campaign in 1484. Since the conquest of the city, due to its strategic location where the Turla (Dniester) River flows into the Black Sea, Akkirman played an important role in the northern expeditions of the Ottoman Empire and Istanbul's meat, fish and grain needs. It is known that a large number of non-Muslim subjects lived in the Ottoman Empire, which had a multi-national and multi-religious structure. Different amounts of poll tax were collected per person in return for the security of life, property and chastity from all non-Muslim subjects living under the sovereignty of the Ottoman Empire and meeting certain material and sanitary conditions. In this paper, an effort has been made to discuss the poll payers and jizya revenues of the Akkirman District in the poll accounting book dated 1776-1777 and numbered D.CMH.d.26881 in the Bâb-ı Defteri catalog in the Ottoman Archives of the State Archives Directorate. Accordingly; It was discussed that the non-Muslim citizens living in the city center and villages of Akkirman District were recorded as Gebran and Jews and paid the jizya. From the data in the notebook

we examined, it is understood that the non-Muslims residing in Akkirman District were recorded in three different socio-economic categories: rich (ala), middle class (evsat) and poor (ednâ). The jizya records of Nefs-i Akkirman and 7 villages were tried to be brought to light in the light of the data in the relevant book.

Keywords: Akkirman, Cizye, Non-Muslim Reaya, Ukraine

GİRİŞ

Karadeniz'in kuzeyinde Turla (Dinyester) Nehri'nin denize döküldüğü bölgede yer alan Akkirman'ın jeopolitik konumundan dolayı tarih boyunca büyük önem taşıdığı bilinmektedir. Bu bağlamda Osmanlı Devleti'nin de 1484 yılındaki fetihten sonra Akkirman'ı kuzey seferleri ve Karadeniz hâkimiyeti için önemli bir askeri üs olarak kullandığını ifade edebiliriz. Akkirman kelime anlamı olarak beyaz kale, beyaz şehir anlamına gelmektedir. Türklerden başka burayı ele geçiren diğer milletler de şehre yine kendi dillerinde beyaz kale veya beyaz şehir anlamına gelen isimleri vermişlerdir. Romen tarihçi Dimitri Kantemir, Akkirman'ın ilk isminin Herodot tarihinde Oksia olarak geçtiğini (Kantemir, 1998, s.433) Evliya Çelebi, şehrin ilk isminin Burgaz Konman olduğunu (Evliya Çelebi, 1970, s.283) bir diğer kaynak ise şehrin adının Tyras olduğunu belirtmektedir (Bilge, 1989, s.269).

AKKIRMAN'IN KISA TARİHÇESİ

M.Ö. VI. Yüzyılda Karadeniz'in kuzeyinde bir Yunan kolonisi olarak kurulan Akkirman, tarih boyunca Gotlar, Cermenler, Slavlar ve Türkler'in hâkimiyetine girmiştir (Decei, 1979, s.697). XIII.yüzyılın ilk yarısında Moğolların hakimiyetine giren Akkirman, XIV. Yüzyılda da İtalyan şehir devleti olan Cenevizlilerin egemenliğine girdikten sonra XV. yüzyılda ise bölge halkının kendi oluşumu olan Boğdan Voyvodalığı'nın bir parçası haline gelmiştir (Keleş, 2001, s.180).

Kuzey siyaseti ve ticareti için önemli olan Akkirman'a ilk Osmanlı seferi 1420 yılında Çelebi Mehmet'in denizden şehri kuşatması ile olmuşsa da şehir ele geçirilememiştir (Bilge, 1989, s.269). Daha sonra Fatih Sultan Mehmet tarafından Akkirman üzerine birincisi Hadım Süleyman Paşa'nın komutanlığında ikincisi ise bizzat padişahın kendisinin katıldığı iki Boğdan seferi daha yapılmış ancak şehir yine ele geçirilememiştir (Uzunçarşılı, 1998, s.79-80 – Guboğlu, 1984, s.144).

Fatih Sultan Mehmet'ten sonra Osmanlı tahtına geçen II.Bayezid, Karadeniz'in kuzeyinde önemli stratejik konuma ve yüksek gümrük gelirlerine sahip olan Kili ve Akkirman şehirlerini fethetmek için 1484 yılında hem karadan hem de denizden sefere çıkarak Kırım Hanı'nın da desteği ile her iki şehri de kısa sürede ele geçirmiştir. Fetihle birlikte Akkirman, Osmanlı Devleti'nin kuzeydeki en önemli askeri ve ticari üslerinden birisi haline gelmiştir (Işık, 2008, s.21-22). 1484 Yılında Fethedilen Akkirman'da Osmanlı hâkimiyeti 1812 yılında imzalanan Bükreş Anlaşması'na kadar 1770-1774 ve 1789-1791 yılları arasındaki 6 yıllık Rus işgali çıkarıldığında 322 yıl boyunca sürmüştür (Darkot, 1979, s.251).

AKKIRMAN KAZASI'NDAKİ CİZYE UYGULAMASI VE CİZYE GELİRLERİ

Cizye, sözlükte kelime olarak kâfi gelmek, ödemek, karşılığını vermek anlamlarına gelen ceza kelimesinden türetilen ve İslam literatüründe gayrimüslim tebaadan can ve mal güvenlikleri karşılığında alınan vergiye verilen isimdir (Erkal,1993,s.42-44). Neşet Çağatay, cizye vergisinin menşeinin Eski Yunanlılara ve Romalılara kadar gittiğini belirtmektedir (Çağatay,1947,s.493-494). Osmanlı Devleti fethettiği topraklarda önceki yönetimlerin uygulamalarını ilk başlarda ihtilalci bir şekilde değiştirmemiştir. Bu amaçla önceki yönetimlerin halktan aldığı çeşitli vergileri Osmanlı Devleti de kendi sistemi içerisine entegre ederek örneğin Macaristan'daki Kapu vergisini, Balkanlardaki İspenceyi cizye vergisinin bünyesinde birleştirmiştir. XVI. Yüzyılın sonlarında tımar sisteminin bozulmasıyla birlikte kolektif olarak ödenen cizye vergisi artık reayaya yük olmaya başlayınca 1691 yılındaki cizye reformu ile birlikte kişi başı alınan bir vergi haline getirilmiştir (İnalcık, 1993,s.45-46).

Osmanlı Devleti'nde ilk zamanlarda yaşayan bir gayrimüslimin cizye mükellefi sayılabilmesi için 300 akçelik bir malvarlığına sahip olması gerekirken ilerleyen dönemlerde bu kural değişmiş ve kişinin malvarlığına bakılarak ekonomik durumuna göre âlâ, evsat ve ednâ olmak üzere üç farklı meblağda cizye vergisi alınmaya başlamıştır. Klasik dönemde cizye genel anlamda 25 ila 80 akçe arasında tahsil edilmiştir (Çağatay,1947,s.494-495). II.Ahmed döneminde 1691 yılında yapılan cizye reformu neticesinde cizye miktarı âlâ mükellef için 4, evsat için 2 ve ednâ için 1 eşrefi altın olarak belirlenmiştir. (Nedkoff,1944,s.634). Ancak Halil İnalcık, XVII.yüzyılın sonlarından XIX.yüzyılın ortalarına kadar cizye vergisinin değişen miktarlarda esedî kuruş bazında ödendiğini belirtmektedir (İnalcık,1993,s.47). Osmanlı Devleti'nde yapılan para reformuyla birlikte 1 esedi kuruşun 120 akçe veya 40 paraya tekabül ettiği bilinmektedir (Sahillioğlu,1995,s.369 ayrıca bkz. Işık,2019,s.283-298). İncelediğimiz defterdeki verilerden âlâ mükelleften 440 para (11 kuruş), evsattan 220 para (5,5 kuruş), ednâdan 110 para (2,75 kuruş) tahsil edildiği ve Halil İnalcık'ın tespitleriyle uyumlu olduğu anlaşılmaktadır.

Devlet Arşivleri Başkanlığı Osmanlı Arşivi'nde Bâb-ı Defterî kataloğunda yer alan D.CMH.d.26881 numaralı cizye muhasebesi defterindeki veriler değerlendirilmiş ve Akkirman Kazası'nın merkezinde ve köylerindeki 1776-1777 yılındaki cizye mükelleflerinin sayıları ve ekonomik durumlarına göre sınıflandırılması aşağıda Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 Akkirman Kazası'nın 1776-1777 Yılı Mükellefleri Cizye Mükellefi Sayıları

İdari Ünite	Âlâ	Evsat	Ednâ
Nefs-i Akkirman	12	57	84
Varoş-ı Akkirman	4	31	35
Karye-i Acidere	-	-	5
Karye-i Katırcı-ı Sağır	-	2	9
Karye-i Mahalle	-	2	10
Karye-i Şahin	-	-	8

Karye-i Palanka	-	1	8
Karye-i Kızılpınar	-	3	15
Karye-i Korkmaz	-	4	26
Genel Toplam	16	100	200
Oran	%5,1	%31,6	%63,3

Buna göre Akkirman Kazası'nda sakin olan Hristiyan ve Yahudilerin cizye mükellef sayılarının toplamı 316 kişi olarak tespit edilmiştir. Bu mükelleflerin 223'ü şehir merkezi ve varoшта ikamet ederken geri kalan 93 kişi ise Akkirman Kazası'na tabi 7 köyde ikamet etmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere şehirde yaşayan mükelleflerin oranı %70,6 kırsalda yaşayanların oranı ise %29,4'tür. Yine tablodaki verilerden âlâ yani varlıklı olarak kaydedilen cizye mükelleflerinin tamamının şehir merkezinde yaşadıkları, kırsal kesimde yaşayanlar arasında varlıklı olarak hiç kimsenin kaydedilmediğini anlıyoruz. Şehir ve kırsal kesimdeki toplam mükellef sayılarına ve oranlarına baktığımızda âlâ olarak kaydedilenlerin oranı %5,1, evsat orta halli olarak kaydedilenlerin oranı %31,6 ve ednâ yani fakir olarak kaydedilenlerin oranı ise %63,3'tür. Buradan da anlaşılacağı üzere Akkirman kazasındaki cizye mükelleflerinin sadece %5,1'lik kesiminin maddi durumunun üst düzey geri kalan %94,9'luk kısmının ise orta halli ve fakir olduğudur. Akkirman Kazası'ndaki cizye mükelleflerinin sayıları ve oranları verildikten sonra yine incelediğimiz defterdeki verilere göre; Akkirman Kazası'nın 1776-1777 yılındaki cizye mükellefleri ve gelirleri aşağıda Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 Akkirman Kazası'nın 1776-1777 Yılı Mükellefleri Cizye Gelirleri

İdari Ünite	Âlâ	Evsat	Ednâ	Toplam
Cizye Mükellef Sayısı ve Cizye Bedelleri	16 x 440	100 x 220	200 x 110	316 Kişi
Cizye Gelirleri	7040 para	22.000 para	22.000 para	51.040 para
Cizye Gelirleri Oran	%13,8	%43,1	%43,1	%100

Akkirman Kazası'nda sakin cizye mükelleflerinin sayıları, sosyo-ekonomik durumları ve ikamet yerlerinden sonra burada ise bu mükelleflerden ne kadar vergi alındığının tespit edilmesi gerekmektedir. Buna göre âlâ yani zengin olarak kaydedilen her mükelleften 440 para, evsat orta halli olarak kaydedilenden 220 para ve son olarak ednâ fakir olarak kaydedilenden ise 110 para alındığı görülmektedir. Devletin burada artık akçe kullanımından vazgeçerek Avrupai tarzda yeni Osmanlı Kuruşlarını III.Ahmed Döneminden itibaren bastığını biliyoruz. 1703-1730 yılları arasında 25,6 gram ağırlığında basılan 1 Osmanlı kuruşu 120 Akçe veya 40 paraya denk tutulmuştur (Pamuk,2002,s.458). İncelediğimiz defterde de aynı hesaplara cizye gelirlerinin yeni para birimi olarak ayarlanan para cinsinden alındığını anlıyoruz. Buna göre; Akkirman kazasında 1776-1777 yıllarında toplam 316 kişi olarak kaydedilen cizye mükelleflerinin ödediği cizyelerin toplamı 51.040 paradır. Bu tutarın %13,8'i zengin cizye mükelleflerinin, %43,1'i orta halli mükelleflerin ve %43,1'i de fakir mükelleflerin ödediği cizye gelirlerinden oluşmuştur.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Sonuç olarak Karadeniz'in kuzeyinde Turla Nehri'nin denize döküldüğü yerde yer alan Akkirman Kazası'nın XVIII.yüzyılın son çeyreğindeki gayrimüslim cizye mükellefleri ile bunlardan alınan cizye vergilerinin incelenmesi sonucu önemli bulgular ortaya çıkmıştır. Defterdeki verilere göre; Akkirman Kazası'nın köylerinin isimlerinin tamamının Türkçe olduğu, müslim nüfus ile birlikte gayrimüslim nüfusun da buralarda beraber yaşadıkları tespit edilmiştir. Hristiyan ve Yahudilerden oluşan cizye mükelleflerinin çoğunluğunun ekonomik durumunun orta ve alt gelir grubuna dahil olduğu üst gelir grubunun ise sadece %5,1 gibi oldukça az bir rakama tekabül ettiği anlaşılmıştır.

KAYNAKÇA

- Bilge, L.M. (1989), “Akkirman”, *TDV.İslam Ansiklopedisi*, c.II., s.269-270.
- Çağatay, N. (1947), “Osmanlı İmparatorluğunda Reayadan Alınan Vergi ve Resimler”, *Ankara Üniversitesi, DTCFD*, Cilt V, s.483-511.
- Darkot, B. (1979), “Akkerman”, *MEB. İslam Ansiklopedisi*, Milli Eğitim Yayınları, s.251-251.
- Decei, A. (1979), “Boğdan”, *MEB. İslam Ansiklopedisi*, Milli Eğitim Yayınları, s.695-705.
- Devlet Arşivleri Başkanlığı Osmanlı Arşivi, Bâb-ı Defterî, D.CMH.d.26881.
- Erkal, M. (1993), “Cizye”, *TDV.İslam Ansiklopedisi*, c.VIII., s.42-45.
- Evliya Çelebi, (1970), *Evliya Çelebi Seyahatnamesi*, sadeleştiren Zuhuri Danışman, C.7. Zuhuri Danışman Yayınevi.
- Guboğlu, M. (1984), “Fatih'in Ştefan Çel Mare Üzerine İki Boğdan Seferi (1474-1476)”, *Belleten*, C.XLVII, S.185, s.138-194.
- Işık, M. (2008). XVI. Yüzyılda Akkirman Sancağı. *Karadeniz Araştırmaları*, 18(18), s.19-37.
- _____, M. (2019), “H.1105/M.1693-94 Tarihli ve 03648 Numaralı Maliyeden Müdevver Deftere Göre; Karinabad Kazasında Cizye Uygulaması”, *Anadolu ve Balkan Araştırmaları Dergisi* (2),s.4, s.283-298.
- İnalcık, H. (1993), “Osmanlılar'da Cizye”, *TDV.İslam Ansiklopedisi*, c.VIII 1993, s.45-46.
- Kantemir, D. (1998), *Osmanlı İmparatorluğu'nun Yükseliş ve Çöküş Tarihi I*, çev. Özdemir Çobanoğlu, Kültür Bakanlığı Yayınları.
- Keleş, H. (2001), “Akkerman Sancağı'nda Yavuz Sultan Selim Han Vakıfları”, *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, C.XXI, s.179-188.
- Pamuk, Ş. (2002), “Kuruş”, *TDV.İslam Ansiklopedisi*, c.26, s.458-459.

Nedkoff, B.C. (1944), “Osmanlı İmparatorluğunda Cizye (Baş Vergisi)”, çev. Şinasi Altundağ, *Belleten*, C.VIII, Sayı XXXII, s.499-652.

Sahillioğlu, H. (1995), “Esedî”, *TDV.İslam Ansiklopedisi*, c.XI., s.368-369.

Uzunçarşılı, İ.H. (1998), *Osmanlı Tarihi*, C.II, Türk Tarih Kurumu Basımevi.

Devletin Etkin Soruşturma Yükümlülüğünde “Makul Hız” Şartı

Sıla Burcu KURT

E-mail: silaburcu_kurt19@trabzon.edu.tr, Trabzon Üniversitesi, Hukuk Fakültesi, Kamu Bölümü,
TRABZON / Türkiye.

Özet

Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi’nde açıkça düzenlenmemekle birlikte, Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi’nin içtihatları doğrultusunda taraf devletlere birtakım pozitif ve negatif yükümlülükler yüklenmiştir. Bu yükümlülüklerden biri olan etkin soruşturma yükümlülüğü, hak ihlali iddialarının ardından devletin, olaya ilişkin maddi gerçeği ortaya çıkarmaya yönelik olarak re’sen, etkili ve bağımsız bir soruşturma yürütmesini zorunlu kılan pozitif usul yükümlülüğüdür. Yükümlülük gereği yürütülecek soruşturma; makul hızla ilerletilmeli, kamu denetimine açık, gerçek ve etkili bir sonuca ulaşabilecek nitelikte olmalı, tarafların sürece katılımı sağlanmalıdır.

Soruşturmanın makul hızla ilerletilmesi, yalnızca mağdurların tatminini sağlamak açısından değil; aynı zamanda devletin hukuk devleti ilkesine ve insan haklarına bağlılığını kamuoyu nezdinde teminat altına alması bakımından da önem arz etmektedir. Gecikmeler, mağdurların yaşadığı acı ve üzüntünün derinleşmesine yol açabileceği gibi, maddi gerçeğe ulaşmak açısından kritik delillerin kaybolmasına veya zarar görmesine sebebiyet verebilecektir. Bu nedenle, yargı mercilerinin iş yükü ve soruşturmanın uzamasına neden olan diğer kurumsal sorunlar değerlendirilerek, bu gecikmeleri bertaraf edecek çözüm yollarının geliştirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi (AİHM), Etkin soruşturma yükümlülüğü, Makul süre, Soruşturmanın hızla yürütülmesi.

Abstract

Although not explicitly enshrined in the European Convention on Human Rights, the obligation to conduct an effective investigation has been established by the European Court of Human Rights as a positive procedural duty. This obligation requires states to initiate ex officio, independent, and thorough investigations into alleged violations, aiming to uncover the material truth. The investigation must proceed with reasonable promptness, ensure victim participation, and be open to public scrutiny unless confidentiality is necessary.

Reasonable promptness obligation is significant not only for providing redress to victims but also for affirming the state’s adherence to the rule of law and human rights principles. Excessive delays may increase victims’ suffering, erode public trust in justice mechanisms, and jeopardize the collection of crucial evidence. Therefore, structural issues such as judicial backlog should be addressed, and

appropriate safeguards must be implemented to prevent the erosion of the investigation's effectiveness through unnecessary prolongation.

Keywords: European Court of Human Rights (ECtHR), Obligation to conduct an effective investigation, Reasonable time, Conducting the investigation with promptness.

GİRİŞ

İnsan hakları kavramı hakkında tarih boyunca farklı tanımlamalar yapılmıştır ve üzerinde uzlaşılmış evrensel bir tanım da bulunmamaktadır. (Gözler, 2023, s. 66) Ancak geçirilen süreç ve gelişimlerin sonucunda insan haklarını kısaca insanın sadece ve sadece insan olmakla sahip olduğu haklar olarak tanımlamak mümkündür. (Şahin, 2018, s.41) Yani her insan, herhangi bir ayrıma veya koşula tabi tutulmaksızın sadece insan olduğu için insan haklarına sahiptir. (Tezcan vd., 2024, s.30) Devletlerin ise insanların sahip olduğu bu hakları kullanabilmelerini sağlamak ve güvenceye almak için yerine getirmeleri gereken birtakım sorumlulukları bulunmaktadır. Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi sistemini incelediğimizde, devletlere pozitif ve negatif olmak üzere iki ana başlıkta sınıflandırılabilir ödevler yüklendiği görülmektedir. Negatif yükümlülükler, devletin insan hakları ihlallerine sebebiyet verecek eylem ve işlemlerde bulunmamasını ifade eder. (Keser, 2023, s. 7) Pozitif yükümlülükler ise tam aksine, devletin bir eylem veya işlemde bulunarak insan haklarını korumaya yönelik önlemler alınmasını ifade eder. (Boyar, 2013, s. 54) Usuli bir pozitif yükümlülük niteliği taşıyan etkin soruşturma yükümlülüğü, esasında Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi kapsamında yer almayıp Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi içtihatları ile yaşam hakkı ve işkence yasağı kapsamında taraf devletlere yüklenen bir sorumluluktur. Etkin soruşturma yükümlülüğü kısaca söz konusu hakların ihlallerinin etkili şekilde araştırılmasını ifade eder. (Karan, 2013, 131.s; Dursun, 2018, 109.s) Ancak sadece soruşturmanın başlatılması, yükümlülüğün yerine getirildiğini söylemek için yeterli değildir. Soruşturma açısından çeşitli şartların yerine getirilip getirilmediğinin de incelenmesi gerekmektedir. Söz konusu şartların bir parçası olan “soruşturmanın makul bir hızla yürütülmesi” şartı, bu çalışmanın inceleme konusu olup detayları, örnek kararlar ile ele alınacaktır.

YÖNTEM

Bu çalışmada benimsenen yöntem, nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde yürütülen kapsamlı bir literatür taramasına dayanmaktadır. Çalışmada, etkin soruşturma yükümlülüğü ve etkin soruşturma yükümlülüğünün şartlarından “soruşturmanın makul hız ile yürütülmesi” şartı ile ilgili kavramsal çerçevenin ortaya konulması amacıyla; konuya ilişkin akademik yayınlar, kitaplar, makaleler ve yüksek lisans/doktora tezleri sistematik biçimde incelenmiştir. Bunun yanı sıra, Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi (AİHM) ve Anayasa Mahkemesi (AYM) tarafından konuyla ilgili verilen kararlar analiz edilerek, söz konusu yükümlülüğün yargısal içtihatlar doğrultusunda nasıl somutlaştığı değerlendirilmiştir. Yargı kararlarının incelenmesi yoluyla pozitif usul yükümlülüğünün taşıdığı anlam, kapsamı ve uygulanmasındaki sorun alanları belirlenmeye çalışılmış; böylece normatif düzenlemeler ile yargı uygulamaları arasındaki ilişki derinlemesine ele alınmıştır. Araştırma süreci boyunca karşılaştırmalı ve eleştirel bir bakış açısı benimsenmiştir.

BULGULAR

Etkin soruşturma yükümlülüğü, Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi'nin yaşam hakkını güvence altına alan 2. maddesi ile işkence ve kötü muamele yasağını düzenleyen 3. maddesi kapsamında, taraf devletlere yüklenen pozitif bir usul yükümlülüğüdür. Her ne kadar bu yükümlülük anılan maddeler çerçevesinde öngörülmüşse de Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi içtihadında, bu maddelere dayandırılarak etkili başvuru hakkı kapsamında da değerlendirilmiştir. (Bilge, 2016, s. 369; Şenol, 2011, s. 44)

Etkin soruşturma yükümlülüğü, ilgili hakların herhangi bir kişi tarafından ihlal edilmesi durumunda, taraf devletin yetkili mercilerinin olayın tüm yönleriyle aydınlatılması amacıyla derhal, bağımsız, tarafsız ve etkili bir soruşturma yürütmesini gerektiren pozitif bir yükümlülük olarak tanımlanabilir.

Bir soruşturmanın etkili bir şekilde yürütüldüğünden bahsedilebilmesi için taşınması gereken birtakım şartlar bulunmaktadır.

Etkin soruşturma yükümlülüğünün ilk şartı, soruşturmanın re'sen başlatılmasıdır. Bu bağlamda hak ihlalden haberdar olan yetkili makamlar, mağdurun kendilerine şikâyetle bulunmasını beklemeksizin soruşturma sürecini başlatmalıdır. Hatta mağdur, gerçekleşen ihlale ilişkin olarak sorumlular hakkında şikâyetçi olmadığını açıkça ifade etmiş olsa bile, bu durumun yetkili makamların re'sen etkin bir soruşturma yürütme yükümlülüğünü ortadan kaldıracığı söylenemez. Bu tür bir beyan, ne soruşturma açılmamasına ne de hâlihazırda başlatılmış bir soruşturmanın sona erdirilmesine gerekçe teşkil edebilir. (Keser, 2022, s.433) Bu husus AİHM'nin Batı v. Türkiye Başvurusu kapsamında vermiş olduğu kararda bu husus "...şartlar ne olursa olsun yetkililer resmi şikâyet yapılır yapılmaz harekete geçmelidir. Şikâyet yapılmadığında bile işkence veya kötü muamele olduğunu gösteren yeterli kesin belirtiler olduğunda soruşturma açılması uygun olacaktır..." ifadeleriyle belirtilmiştir. (Kaplan Arık, 2023, s. 113)

Etkin soruşturma yükümlülüğünün ikinci şartı ise yürütülen soruşturmanın, maddi gerçeğin ortaya çıkarılmasına ve ihlalin sorumlularının tespitine elverişli nitelikte olmasıdır. Ancak bu şart etkin soruşturma yükümlülüğünü bir sonuç yükümlülüğü olarak değerlendirilmesi şeklinde yorumlanmamalıdır. (Keser, 2022, s. 429) Zira burada amaçlanan, mutlaka bir cezai yaptırım uygulanması değil; yetkili makamların, ihlalin faillerinin cezasız kalmasına yol açacak biçimde pasif veya yetersiz davranmaktan kaçınmalarıdır. (Karan, 2013, s. 132)

Etkin soruşturma yükümlülüğünün üçüncü şartı, soruşturmayı yürüten yetkili makamların bağımsız ve tarafsızlığına ilişkindir. Bu koşul yalnızca söz konusu kişilerin mesleki konumu veya hiyerarşik ilişkileri açısından değil, aynı zamanda kişisel ilişkileri ve özel hayatlarına uzanan etkiler bakımından da değerlendirilmelidir. (Bahadır, 2015, s. 132) AİHM'nin Kolevi v. Bulgaristan Başvurusu kapsamında verdiği kararda; kıdemli bir savcının öldürülmesinin ardından yürütülen soruşturma aşamasında, müteveffa savcı ile aralarında uyuşmazlık bulunan bir Başsavcının görev almış olmasının, soruşturmanın bağımsızlık ve tarafsızlığı şartını zedelediğini ifade edilmiştir. (AİHM Başvuru No: 1108/02, K.T.:05/11/2009; Bahadır, 2015, s. 170)

Etkin soruşturma yükümlülüğünün dördüncü şartı, delillerin toplanması ve değerlendirilmesine ilişkindir. Olayın aydınlatılmasına yönelik tüm delillerin eksiksiz ve özenli bir biçimde toplanması gerekmektedir. Aynı titizlik, elde edilen delillerin analiz edilmesi ve soruşturma sürecine dâhil edilmesi aşamalarında da gösterilmelidir.

Etkin soruşturma yükümlülüğünün beşinci şartı, soruşturma sürecinin müteveffanın yakınlarına açık olması gerekliliğidir. Bu durum, yaşamını yitiren kişinin çıkarlarının korunması ve yakınlarının sürece anlamlı şekilde katılabilmeleri açısından önem arz etmektedir. Benzer olarak etkin soruşturma yükümlülüğünün altıncı şartı ise soruşturmanın, sürecin selametine zarar verecek durumlar saklı kalmak kaydıyla, kamuoyunun denetimine açık ve erişilebilir nitelikte yürütülmesi gerekmektedir. Ancak, soruşturmaya ilişkin belge ve tutanakların üçüncü kişilere açıklanmasının soruşturmanın etkinliğini tehlikeye düşüreceği hâllerde, bu konuda sınırlamalar öngörülmesi mümkündür. (Karan, 2013, s. 132)

Etkin soruşturma yükümlülüğüne dair gerçekleşmesi gereken yedinci ve son şart ise, incelememizin konusunu oluşturan, soruşturmanın makul bir hız ve özen ile yürütülmesi koşuludur. Kamuoyu nezdinde yetkili makamlara olan güvenin ve hukuk devletine olan inancın sürdürülebilmesi için, bu koşula riayet edilmesi önem arz etmektedir. (Kaplan Arık, 2023, s.126; Şenol, 2011, s.96; Hoşgöl, 2019, s.51) Ayrıca bu koşulun yerine getirilmemesi hâlinde suç mağdurlarının tatmin edilmesi zorlaşacak ve maddi gerçeğe ulaşılması açısından gerekli delillerin kaybolması gibi durumlarla karşılaşılacaktır. (Dursun, 2018, s.131) İncelememizin konusunu bu şartın iki unsurundan biri olan “soruşturmanın makul hızla yürütülmesi” oluşturmaktadır.

Elbette ki tüm soruşturmalar açısından geçerli olacak kesin bir makul hız veya soruşturmanın tamamlanması için öngörülen kesin bir sürenin önceden tayin edilmesi mümkün değildir. Soruşturma konusu her olayın kendine has özellikleri ve soruşturma sürecinde yetkili makamların önüne çıkacak birtakım engeller bulunmaktadır. Mühim olan, her olayın kendi nezdinde yapılacak değerlendirme kapsamında, her olayın kendi özellikleri göz önüne alınarak soruşturma süreci açısından gereken hızla hareket edilmesidir. (Keser, 2022, s. 430-431; Hoşgöl, 2019, s. 52) Bir soruşturmanın makul bir hızla ilerlediğine dair takdir, çok yönlü bir analizle şekillenmektedir. Şöyle ki, soruşturmanın makul sürede ilerleyip ilerlemediğinin değerlendirilmesinde, yargılamanın kaç aşamalı olduğu, davanın yapısal ve hukuki karmaşıklık düzeyi, olayın kapsamı ile maddi vakıaların niteliği, soruşturma sürecinde karşılaşılan zorluklar, taraf sayısı gibi unsurlar dikkate alınmaktadır. Ayrıca, başvurunun sürecin uzamasına yol açabilecek herhangi bir tutum sergileyip sergilemediği ile usule ilişkin haklarını kullanırken gerekli özeni gösterip göstermediği ve bu tutumun sürece etkisi de değerlendirme ölçütleri arasında yer almaktadır. Yani eğer başvuru veya başvurunun vekilinin işlem ve hareketleri dolayısıyla süreç uzamışsa, burada ilgili devletin etkin soruşturma yükümlülüğünü ihlal ettiği sonucuna varılamayacaktır. (Mecek, 2023, s.191) Sonuç olarak her somut olayda ayrı bir değerlendirme yapılacağından bir soruşturma için makul sayılabilecek süre, bir başka soruşturma açısından etkin soruşturma yükümlülüğünün ihlaline sebebiyet verebilecektir. (Gülfidan, 2018, s.670) Ayrıca iddianamenin makul bir hızla hazırlanması, bu şartın yerine getirilmiş olması açısından yeterli sayılmayacaktır; ulusal mahkemenin yargılama sürecinde de benzer bir ivedilikle hareket etmediği durumlarda, makul süre şartının ihlal edildiği ve dolayısıyla etkin soruşturma yükümlülüğünün yerine getirilmediği kabul edilecektir. (Hoşgöl, 2019, s.52; Doğru ve Nalbant, 2012, s. 28) Zira AİHS sisteminde soruşturma ile kast edilen durum, sadece iddianamenin hazırlandığı zamana kadar geçen süre değil, dava hakkında karara varılan son ana kadar devam eden süreçtir. Yani AİHM içtihadında soruşturma otonom bir kavram olarak belirmektedir. (Şenol, 2011, s.98)

Sonuç olarak yaşam hakkı ve işkenceye ilişkin hak ihlallerinin, olayın gereklerine göre makul bir sürede; ne çok hızlı ne de çok yavaş sayılacak bir şekilde ilerletilmesi gerektiğini söyleyebiliriz. (Güzeldağ, 2020, s.208)

Etkin soruşturma yükümlülüğünün makul süreye ilişkin şartı, AİHS 6. maddesinde yer alan adil yargılanma hakkı kapsamında, davanın makul bir sürede yargılanma hakkı ile lafzi olarak benzedikleri düşünülse de bu iki kavramın içerikleri birbirinden farklıdır. Şöyle ki, AİHS md. 6 kapsamında adil sürede yargılanma hakkının öznesi; ceza kovuşturmasında yargılanan kişi, yani sanıktır. Etkin soruşturma yükümlülüğünün ve dolayısıyla makul süre şartının öznesi ise hak ihlaline uğrayan kişi, yani mağdurdur. Ancak her iki kavram açısından da “soruşturma” gibi ortak ögeler bulunduğundan da bahsetmek gerekir. (Şenol, 2011, s.98)

Ayrıca belirtmek gerekir ki Türk Anayasa Mahkemesi, makul sürede yargılanma hakkını Türk Anayasasının kişinin dokunulmazlığı, maddi ve manevi varlığı başlıklı 17. maddesi kapsamında da ele almaktadır. AYM, yakın tarihte bir yaralama olayına ilişkin başvuru kapsamında verdiği kararda, soruşturmanın makul süratle ilerletilmesine ilişkin tespitlerde bulunmuştur:

“23. Başvuru konusu yargılamanın yaklaşık on yıl sürmesinin mahkemelerin iş yükünden kaynaklanmış olabileceği anlaşılmakla birlikte, incelenen dava koşullarında yargılama süreciyle ilgili hiçbir unsur yargılamanın bu denli uzamasını haklı kılmamaktadır. Hayati tehlike geçirecek şekilde yaralanan başvurunun davanın hızla sonuçlandırılmasındaki menfaatinin niteliği dikkate alındığında özelde başvurunun ve genel olarak da toplumdaki diğer bireylerin hukukun üstünlüğüne olan bağlılığını sürdürmesi ve hukuka aykırı eylemlere hoşgörü gösterildiği ya da kayıtsız kalındığı görünümü verilmesinin engellenmesi açısından yaklaşık on yıl süren yargılamanın makul bir özen ve süratle yürütülmediği sonucuna ulaşılmıştır.

24. Açıklanan gerekçelerle Anayasa’nın 17. maddesinde güvence altına alınan yaşam hakkının usul boyutunun ihlal edildiğine karar verilmesi gerekir.” (AYM, Başvuru No: 2021/28601, K.T.: 07/01/2025.)

Türk yargı makamlarının iş yükünün yoğun olması, aynı anda görmekte oldukları birden çok dava bulunması veya yargı kurumları dışındaki sebeplerden dolayı soruşturma süreci uzayabilmekte ve bu durumda da gerek AYM gerek AİHM tarafından, ivedilikle hareket edilmemesi ve makul sürenin aşılması sebebiyle etkin soruşturma yükümlülüğünün ihlal edildiğine dair kararlar verilebilmektedir.

AİHM’nin karara bağladığı Vefa Serdar v. Türkiye Başvurusu, cezaevinde isyanlara karşı gerçekleştirilen operasyonlar esnasında, başvurunun sağ kolunun gaz fişegi isabet etmesi sebebiyle ampute edilmesi ile ilgilidir. Mahkeme söz konusu olaya ilişkin değerlendirmesinde, öncelikle makul bir sürat ve özen yükümlülüğünün soruşturma sürecine içkin olduğunu vurgulamıştır. Her ne kadar bazı durumlarda soruşturmanın ilerlemesine engel teşkil edebilecek özel koşulların oraya çıkabileceği kabul edilse de; ölümle veya ölüm tehlikesiyle sonuçlanan olaylarda, yetkili makamların vakit kaybetmeden harekete geçmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu zorunluluğun, hukukun üstünlüğü ilkesine bağlılığın sürdürülmesi, kamu güveninin korunması ve yasa dışı eylemler karşısında cezasızlık algısının oluşmasının engellenmesi bakımından önem taşıdığı ifade edilmiştir. Mahkeme, söz konusu olayda hazırlık soruşturmasını yürüten merciler ve yargılamayı gerçekleştiren mahkemenin olayın esasına dair tespitlerinin tartışma konusu yapılmadığını, geçen 13 yıl gibi uzun süreye rağmen somut bir ilerleme kaydedilmemiş olmasını, üstelik dosyanın bu sürenin sonunda hâlâ ilk derece mahkemesi önünde derdest konumda olmasını soruşturmanın etkinliğini zedeleyen temel unsur olarak değerlendirmiş ve yürütülen soruşturmanın AİHS’nin 2. maddesi kapsamında ivedilik ve özen ilkelerini yerine getirmediğine karar vermiştir. (Vefa Serdar v. Türkiye, Başvuru No: 7309/04, K.T.: 27.01.2015, para. 101, 102, 105.)

Yukarıda bahsedilen başvuru kapsamında makul gecikmeler olsa dahi uzun sayılabilecek bir sürece yayılmasına rağmen kayda değer bir ilerleme gösterilememiş olması, etkin soruşturma yükümlülüğünün

ihlal edilmesine sebebiyet vermiştir. Soruşturmanın makul sürede tamamlandığının tespiti için genelgeçer bir süre sınırının tespit edilmemiş olduğundan bahsetmiştik. Bu noktada AİHM'nin sekiz yıl ve üzeri bir süre devam eden soruşturmalar için makul süre sınırının aşıldığına ve soruşturmanın yeterli hızda ilerlemediğine karar verilmesi yönünde bir tutumu olduğunu belirtmek gerekir. (Şenol, 2011, s.112) Ancak bu tutum, her davanın kendi içerisinde özel olarak değerlendirileceği gerçeğini değiştirmemektedir. Sekiz seneden kısa süren soruşturma süreçlerinin de ihlale sebebiyet vermesi elbette mümkündür. Yukarıda bahsedilen başvuru nezdinde değerlendirme yapıldığında ise, 13 yıllık bir sürecin her hâlükârda çok uzun olduğunu söylemek gerekecektir.

Başvurucunun oğlunun, kolluk görevlilerinin gözetim ve denetimi altındayken işkenceye maruz kalıp öldürüldüğü iddiasını konu alan Kişmir v. Türkiye Başvurusu kapsamında da AİHM soruşturmanın hızına ilişkin değerlendirmede bulunmuştur. Bu kapsamda Mahkeme, Cumhuriyet savcısının gerekli işlemleri zamanında gerçekleştirmemesine ve 25 Ocak 1995 tarihli tıbbi raporu, akciğerdeki ödemin nedeninin belirlenmesi amacıyla Adli Tıp Birinci İhtisas Kurulu'na iletmekte, 26 Şubat 1996 tarihine kadar gecikmiş olmasına dikkat çekmiştir. Bu bir yıllık gecikmenin, Mahkeme tarafından soruşturmanın etkinliğini zedeleyen bir unsur olarak değerlendirildiği ve özellikle otopsi sürecinde elde edilen vücut örneklerinin otolize uğramasına neden olarak delillerin bütünlüğünü tehlikeye attığı belirtilmiştir. Mahkeme, delillerin uygun şekilde muhafaza edilmemesinin, ölüm nedeninin kesin biçimde belirlenmesini engellediği sonucuna varmış ve bu durumun etkili soruşturma yükümlülüğü kapsamında ciddi bir eksiklik teşkil ettiğini tespit etmiştir. (Kişmir v. Türkiye, Başvuru No: 27306/95, K.T.: 31/05/2005, para. 116)

Yukarıda bahsedilen başvuru kapsamında, soruşturmanın makul hızla ve sürede ilerlememesi, toplanan kanıtların durumu açısından olumsuz bir sonuç doğmasına yol açmıştır. Özellikle kişinin vücudundan toplanan delillerin bozulmaya uğramaması ve sağlıklı bir değerlendirme yapılabilmesi için ivedilikle incelemeye gönderilmesi gerekmektedir. Bu hususun atlanması, özellikle cinsel dokunulmazlığa karşı işlenen suçlara yönelik soruşturmalarda mağduriyetlerin artmasına, belki de soruşturmanın aydınlatılması konusunda yol gösterici olabilecek yegâne delillerin işlevsiz hâle gelmesine sebebiyet verebilecektir.

Başvurucunun erkek kardeşinin kolluk kuvvetleri tarafından öldürüldüğü iddiasını ele alan Ağdaş v. Türkiye Başvurusunda AİHM, soruşturma sürecinin yavaşlığı ve gönülsüzce ilerletilmesinden özellikle bahsederek maddeler hâlinde tespitlerde bulunmuştur. Bu tespitlere göre başvuru konusu olayda, iddianame 1997 yılında sunulmuş ve nihai karar 2002 yılında verilmiştir. Yargı makamları arasındaki yetki sorununun çözülmemesi, dosyanın makamlar arasında dolaşmasına sebep olmuştur. Üç sanığın ifadelerine başvurulmak üzere çağırıldıkları tarih 14.05.1997 olup ilk sanık 16.09.1997 ve diğer iki sanık 17.03.1998 tarihinde ifadelerini vermiştir. Yani sanıkların ifadeleri, çağırılma tarihinden itibaren sırasıyla dört ay ve on ay geçtikten sonra alınabilmıştır. Ayrıca yaşanan olayı telsizden öğrenerek olay yerindeki boş kovanları toplayan kolluk görevlilerinin ifadelerinin alınması da mahkemeye çağırılmalarının üzerinden 11 ay sonra gerçekleştirilebilmiştir. Ulusal mahkeme, olay yerinden toplanan ve Emniyet Müdürlüğü'nde tutulan boş kovanları görmek istediğinde, bu talebi 15 ay sonra yerine getirilmiştir. (Ağdaş v. Türkiye, Başvuru No: 34592/97, K.T.:27/04/2004, para. 103)

Yukarıda aktarılan başvuru kapsamında, ulusal mahkemelerin yerine getirmesi gereken işlemler için bulunduğu taleplere, muhatapları tarafından geç dönüş yapılması sebebiyle soruşturma süreci uzamıştır. Yargı makamları dışında kurum, kuruluş ve kişilerden talep edilen bilgi ve belgelere erişilmesine yönelik uygulamada sıklıkla gecikmeler yaşanmaktadır. Elbette bu bilgi ve belgelerin toparlanması veya kişilerin hazır edilmesinin talepten sonra hemen gerçekleşmesi mümkün değildir. Ancak olay nezdinde örnek

vermek gerekirse, boş kovanların incelenmek üzere mahkemeye gönderilmesi için geçen 15 ay, makul sayılabilecek bir sürenin oldukça üstündedir. Bu sebeple kurumlar arası iletişim veya ifadesine başvurulacak kişilerin hazır edilmesi gibi hususlarda gecikmelerin neden kaynaklandığının belirlenmesi, en aza indirilmeleri için geliştirici ve teşvik edici çözüm önerileri sunulması önem arz etmektedir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Etkili soruşturma yükümlülüğü, ilgili hak ihlallerinde mağdurların tatmin edilmesi, sorumluların belirlenmesi ve ihlale sebebiyet veren olayın aydınlatılması açısından büyük bir öneme sahiptir. Ancak etkili soruşturma yükümlülüğünün yerine getirilmiş olması açısından, hep birlikte gerçekleşmiş olması gereken birtakım şartlar vardır. Soruşturmanın makul bir hız ile yürütülmesi şartı da bu kapsamda yer almakla birlikte, bizzat yargı makamlarının işlemleri veya harici sebeplerle sakatlanması mümkün ve yaygın olan bir şarttır.

Türkiye açısından ulusal mahkemelerin görmekte oldukları dosya sayısının fazla olduğu, tüm bu dosyaların her birinin kendi içerisinde karışık detaylara sahip olduğu ve bu durumun doğal olarak soruşturma sürecinin uzamasına sebebiyet verebileceği söylenebilir. Ancak uygulamada bu şekilde bir dezavantajın var olması, mağdurların aradıkları adalete geç ulaşmasını normalleştirmemelidir. Mahkemelerin iş yükünün azaltılacağı veya bölüştürüleceği çözümler üretilerek sürecin hızlandırılması sağlanabilir. Yine ulusal mahkemelerin çeşitli kurum ve kuruluşlardan bilgi ve belge temin etmeleri için ilettikleri talebe çok geç dönüş yapılması veya hiç dönüş yapılmaması da uygulamada karşılaşılan bir durumdur. Bir mağduriyetin giderilmesi gibi önemli bir hususta, kurumlar arası iletişimin ve yardımlaşmanın neden sağlanamadığı tespit edilip kurum ve kuruluşların daha ivedi hareket etmesi teşvik edilmeli, yargı makamlarının süreci ilerletmesine yardımcı olacak cevapların mümkün olduğunca çabuk iletilmesine yönelik önemler alınmalıdır.

Yine olay kapsamında ifadesine başvurulacak sanık veya tanık gibi öznelerin yetkili makam önüne gelmeleri de çok uzun sürebilmektedir. Anlatılar yargı makamlarının olayı değerlendirmesi açısından değerli deliller olup geç elde edilmeleri hâlinde, insan hafızasının zayıflaması sebebiyle yanlış veya eksik bilgilere dönüşerek soruşturmanın yanlış yönde ilerletilmesine de sebebiyet verebilirler. Bu sebeple ifadesine başvurulacak kişilerin ivedilikle yargı makamlarının önüne çıkarılmasına yönelik çözümler geliştirilmelidir.

Yargı makamlarının gerçekleştirmeleri gereken bir işlemi bekletmesi, delillerin korunması veya sağlıklı bir şekilde değerlendirilmeleri açısından da problemlere yol açabilir. Zamanında toplanmayan bir delil zarar görebilir veya tamamıyla kaybolabilir. Aynı şekilde özellikle vücuttan alınan bir delilin zamanında incelemeye gönderilmemesi bozulmalara uğramasına, incelense bile sağlıklı bir sonuç için elverişsiz bir hâle gelmesine sebebiyet verebilir. Bu durumda maddi gerçeğin ortaya çıkarılmasında yargı makamlarının önünde bir engel oluşmuş olur. Bu sebeple deliller açısından da makul hız şartına uyularak hareket edilmesi gerekmektedir.

Yargı makamlarının gerekenden yavaş hareket etmesi, yaşanan hak ihlallerine karşı devletin umursamaz bir tavır sergilediğine yönelik bir tablo çizilmesine de sebebiyet verebilir. Bu durum hem kamuoyu gözünde devletin güvenilirliğini ve hukuk devleti ilkesine olan bağlılığını zedeleyecek hem de hak ihlalleri açısından caydırıcılığı azaltmasına sebebiyet verebilecektir. Yani yargı makamlarının hak ihlallerine karşı yürütülen

soruşturmalarla gereken ivedilikle hareket etmesi, devletin kamuoyu gözünde hak ihlallerine karşı duruşunu ve hukuk devletine bağlılığını ortaya koyması açısından önem arz etmektedir.

Davaya konu her ihlal, mağdurunun hayatında geri dönülemeyecek bir etki bırakabilir ve mağdur için birçok şeyden öncelikli niteliktedir. Mağdur, yaşanan hak ihlali ile zaten bir zarara uğramıştır. Yaşadığı mağduriyete karşı başvurduğu yolda yaşanan gecikme, üzüntü ve acısını sadece artıracak ve belki artık süreç sonunda alınan karardan da tatmin olamamasına sebebiyet verecektir. Gereksiz bir şekilde boşa harcanan her saniyenin, bir kişinin daha da mağdur olmasına sebebiyet vereceği her zaman göz önünde bulundurularak soruşturmanın somut olay kapsamında gereken hız ile yürütülmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

BİLGE, B. (2016), AİHM İçtihatları Bağlamında Etkin Soruşturma Yükümlülüğü, *İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 5 (2), s. 367-406. Erişim adresi: <https://doi.org/10.21492/inuhfd.239869>

BOYAR, O. (2013), Devletin Pozitif Yükümlülükleri ve Dolaylı Yatay Etki. İNCEOĞLU, S.(Ed.), *İnsan Hakları Avrupa Sözleşmesi ve Anayasa, Anayasa Mahkemesine Bireysel Başvuru Kapsamında Bir İnceleme*, içinde (s. 53-80), İstanbul: Beta Yayınları.

DOĞRU, O., NALBANT, A. (2012), *İnsan Hakları Avrupa Sözleşmesi Açıklama ve Önemli Kararlar 1. Cilt*, Ankara: Şen Matbaa.

DURSUN, G. (2018), *Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi ve Anayasa Mahkemesi Kararları Işığında İşkence Yasağı ve İşkenceyi Etkili Biçimde Soruşturma Yükümlülüğü*, Ankara: Seçkin Yayıncılık.

GÖZLER, K. (2023), *İnsan Hakları Hukuku*, Bursa: Ekin Basın Yayın Dağıtım.

GÜLFİDAN, O.S. (2018). *Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi Kararları Işığında ve Yaşam Hakkı Bakımından Devletin Pozitif Yükümlülükleri*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul) Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

GÜZELDAĞ, S. (2020). *Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi ve Türk Ceza Kanunu Açısından Yaşam Hakkı İhlalleri* (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa), Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

HOŞGÜL, B. (2019), *Etkin Soruşturma Yükümlülüğü*, Ankara: Seçkin Yayıncılık.

KAPLAN ARIK, A. (2023), *Türk Hukukunda Anayasa Mahkemesi Bireysel Başvuru Hakkı ve Etkin Soruşturma İlkesi*, Ankara: Adalet Yayınevi.

KARAN, U. (2013), Yaşam Hakkı. İNCEOĞLU, S.(Ed.), *İnsan Hakları Avrupa Sözleşmesi ve Anayasa, Anayasa Mahkemesine Bireysel Başvuru Kapsamında Bir İnceleme*, içinde (s. 115-136), İstanbul: Beta Yayınları.

KESER, H. (2022), “Bireysel Başvuru İçtihatlarında Yaşam Hakkının Usuli Boyutu: Etkili Soruşturma Yükümlülüğü”, *Akdeniz Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 12(2), s. 411-437. Erişim adresi: <https://doi.org/10.54704/akdhfd.1163722>

KESER, H. (2023), *Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi ve Devletin Pozitif Sorumlulukları*, Ankara: Adalet Yayınevi.

MECEK, H. (2023). *İşkence Yasağı Kapsamında Devletin Etkili Soruşturma Yükümlülüğü*, (Yayımlanmış Doktora Tezi, Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ankara) Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

ŞAHİN, A. (2018), *Burjuvazi ve Bürokrasi Kıskaçında Özgürlük versus İktidar*, Trabzon: Celepler Matbaacılık.

ŞENOL, C. (2011). *Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi Kararları Işığında Etkin Soruşturma Yükümlülüğü* (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum) Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

TEZCAN, D., ERDEM, M.R., SANCAKDAR, O., ÖNOK, R.M. (2024), *İnsan Hakları El Kitabı*, Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Mahkeme Kararları:

Ağdaş v. Türkiye Başvurusu, AİHM, Başvuru No: 34592/97, K.T.:27/04/2004, Erişim Adresi: [https://hudoc.echr.coe.int/fre#{%22itemid%22:\[%22001-61941%22\]}](https://hudoc.echr.coe.int/fre#{%22itemid%22:[%22001-61941%22]}) çev: T.C. Dışişleri Bakanlığı Avrupa Konseyi ve İnsan Hakları Genel Müdür Yardımcılığı,

Kişmir v. Türkiye Başvurusu, AİHM, Başvuru No: 27306/95, K.T.: 31/05/2005, Erişim Adresi: [https://hudoc.echr.coe.int/eng#{%22languageisocode%22:\[%22ENG%22\],%22appno%22:\[%227306/95%22\],%22documentcollectionid%22:\[%22CHAMBER%22\],%22itemid%22:\[%22001-69206%22\]}](https://hudoc.echr.coe.int/eng#{%22languageisocode%22:[%22ENG%22],%22appno%22:[%227306/95%22],%22documentcollectionid%22:[%22CHAMBER%22],%22itemid%22:[%22001-69206%22]}) . çev: T.C. Dışişleri Bakanlığı Avrupa Konseyi ve İnsan Hakları Genel Müdür Yardımcılığı.

Selahattin Öztekin Başvurusu, AYM, Başvuru No: 2021/28601, K.T.: 07/01/2025, Erişim Adresi: <https://kararlarbilgibankasi.anayasa.gov.tr/BB/2021/28601>

Vefa Serdar v. Türkiye Başvurusu, AİHM, Başvuru No: 7309/04, K.T.: 27.01.2015, Erişim Adresi: [https://hudoc.echr.coe.int/eng#{%22itemid%22:\[%22001-154711%22\]}](https://hudoc.echr.coe.int/eng#{%22itemid%22:[%22001-154711%22]}). çev: T.C. Adalet Bakanlığı Uluslararası Hukuk ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü İnsan Hakları Daire Başkanlığı, 2015.

Öğretmen Adaylarının Lisansüstü Eğitime Yönelimlerini Etkileyen Faktörler

Ramazan ÇALIK¹, Nida BAYINDIR²

¹E-mail: rcalik7@gmail.com; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Eskişehir / Türkiye. ORCID. 0009-0001-5703-1794

²E-mail: nida.bayindir@ogu.edu.tr; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Eskişehir / Türkiye. ORCID. 0000-0001-8329-358X

Özet

Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelik tutum ve yönelimlerini konu alan araştırmaların son yıllarda sayıca arttığı gözlemlenmekle birlikte, bu araştırmaların büyük çoğunluğu ya aktif olarak öğretmenlik yapmakta olanlara ya da hâlen lisans düzeyinde öğrenim gören öğretmen adayları üzerine odaklanmaktadır. Oysa eğitim fakültelerinden mezun olmuş ancak henüz mesleğe atılmamış bireylerin lisansüstü eğitime yönelimleri üzerine yapılmış araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bu araştırma, öğretmenlik mesleğini henüz icra etmeyen bireylerin lisansüstü eğitime yönelimlerinde etkili olan faktörleri, karar sürecinde karşılaştıkları zorlukları, kararlarının arkasında durma durumlarını anlamayı amaçlamaktadır. Nitel araştırma desenlerinden fenomenoloji yaklaşımı ile desenlenen araştırmanın örneklemi, 15 öğretmen adayından oluşmaktadır. Veriler, yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla toplanmış, betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelimlerinde kariyer planlaması, kişisel ve mesleki gelişim isteği gibi faktörler etkili olmuştur. Karar verme sürecinde özgüven sorunları ve KPSS hazırlık süreciyle yüksek lisans dengeme gibi bireysel zorluklar yaşandığı görülmüştür. Ayrıca tüm katılımcılar aldıkları kararın arkasında olduklarını belirtmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Lisansüstü eğitim, öğretmen adayları, yönelim

Abstract

Research on teachers' and prospective teachers' attitudes toward graduate education has increased in recent years, with most studies focusing on active teachers or undergraduate prospective teachers. However, studies on individuals who have graduated from education faculties but have not yet entered the profession are limited. This study aims to explore the factors influencing the graduate education decisions of those individuals, the challenges they face, and whether they stand by their choices. The research, using a phenomenological approach, involved 15 prospective teachers. Data were collected through semi-structured interviews and analyzed descriptively. Factors like career planning and the desire for personal and professional development were found to influence their decision. Challenges such as self-confidence issues and balancing graduate studies with KPSS preparation were also noted. All participants affirmed their decision.

Keywords: Graduate education, prospective teachers, orientation

GİRİŞ

Eğitim sistemlerinin temel ögeleri olarak kabul edebileceğimiz öğretmenler, öğrenciler ve öğretim programları süreç içerisinde birbiriyle etkileşim hâlinde çalışmaktadırlar. Öğretmenler, bu etkileşim sürecinde diğer iki öge arasında köprü görevi üstlenmesiyle eğitim sistemlerinin önemli bir parçası hâlinde dirler. Diğer ögeleri etkileme gücüne sahip olan öğretmenlerin niteliği, sistemin niteliği ile doğrudan ilişkilidir bu bağlamda eğitim sistemleri ancak sahip olduğu öğretmen niteliği kadar hizmet sunabilmektedir (Gültekin, 2020). Bilim ve teknolojinin hızla değiştiği bilgi çağında, eğitim sistemleri ve bileşenleri de bu değişimden kapsamlı şekilde etkilenmektedir (Ören ve Karapınar, 2016). Bu bağlamda öğretmenlik mesleğinde de beklentiler çağın gerekliliklerine göre şekillenmeye devam etmektedir. Modern toplumlarda öğretmenler sadece eğitim-öğretim süreçlerini yürütülmesinden sorumlu teknik uzmanlar olmakla kalmayıp öğrencilere, dolayısıyla topluma örnek olacak bireyler olarak da görülmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2017). Eğitim sistemleri kapsamında çağın gereksinimlerine yönelik nitelikli bireyler yetiştirilmesinde üniversitelerin rolü oldukça önemlidir. Bu süreçte üniversitelerin nitelikli bireyler yetiştirme anlayışı da bazı farklılıklarla karşılaşmakta, geçmiş sistemlerde lisans seviyesinde yetiştirilmesi amaçlanan yüksek nitelikli bireyler, yeni eğitim sistemlerinde yüksek lisans ve doktora seviyelerinde yetiştirilmektedir (Güven ve Tunç, 2007). Ülkemizde öğretmen adayları, temel mesleki yeterliliklere ulaşma hususunda üniversitelerin lisans düzeyinde hizmet veren eğitim fakültelerinde çeşitli öğretmenlik programlarında eğitim alarak yetişmektedirler. Ancak günümüzde eğitim alanında yaşanan gelişmeler ve beraberinde gelen toplumsal beklentiler, öğretmen adaylarında oluşan bu beklentileri karşılama hususunda adaylarda lisansüstü eğitime gereksinim duymalarına sebep olabilmektedir. Gürel'in (2020) din kültürü ve ahlak bilgisi branşında görev yapan lisansüstü eğitim mezunu öğretmenlerle yaptığı araştırmada katılımcıların büyük çoğunluğu lisansüstü eğitimi kişisel ve mesleki gelişim amacıyla tercih ettiği görülmüştür. Benzer şekilde Aktan'ın (2020) lisansüstü eğitim yapmakta veya yapmış olan öğretmenlerle gerçekleştirdiği araştırmada öğretmenlerin lisansüstü eğitimi tercih etme gerekçelerinin mesleki ve kişisel gelişim temalarında yoğunluk gösterdiği görülmektedir. Alabaş vd.nin (2012) araştırmasında da lisansüstü eğitim almış öğretmenlerin eğitimlerini lisansüstü eğitimle sürdürme gerekçelerinin ağırlıklı olarak mesleki ve kişisel gelişime dayalı gerekçeler olduğu görülmektedir. Ayrıca aynı araştırmada katılımcıların lisansüstü eğitime yönelik beklentilerine ilişkin bulgularda alanında uzmanlaşma, alana yönelik yenilikleri takip edebilme, yeni öğretim yöntem ve tekniklerini tanıma gibi mevcut eğitim sistemi anlayışını yakalamaya dönük beklentilerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Koşar vd.nin (2020) lisansüstü öğrenimine devam eden öğretmenlerle gerçekleştirdiği araştırmada katılımcıların lisansüstü eğitim görme nedenlerine ilişkin bulgularda “yenilik ihtiyacı”, “öğrenme isteği” ve “kişisel gelişim” kodları önde gelen kodlar olarak belirlendiği görülmektedir. Türkçe literatürün dışında yapılan literatür taraması sonucu Ramirez vd.nin (2020) lisansüstü eğitim görmekte olan öğretmenler ile gerçekleştirdikleri araştırmada, öğretmenlerin lisansüstü eğitime yönelimlerinde yalnızca akademik gelişim zorunluluğu hissettikleri için değil aynı zamanda bireysel anlam arayışı ve kişisel gelişim arzusu içerisinde hissettikleri için de lisansüstü eğitimi tercih ettikleri anlaşılmıştır. İlgili araştırmadaki bulgular incelendiğinde öğretmenlerin hem haz odaklı hem de anlam odaklı güdülerle lisansüstü eğitime yönelimde bulundukları görülmüştür. Benzer şekilde Dixon vd.nin (2024) lisansüstü eğitim almakta olan öğretmenler ile gerçekleştirdikleri araştırmada katılımcıların lisansüstü eğitime başlama motivasyonlarının kariyer gelişimi, ilgi/tutku ve içsel güç temaları altında toplandığı görülmüştür. Tüm bu ve benzeri konular özelinde gerçekleştirilen araştırmalar gösteriyor ki öğretmenlerin günümüz bilim dünyasında, eğitim alanında yaşanan gelişmeler ışığında özellikle mesleki ve kişisel gelişimleri açısından lisansüstü eğitimi tercih

ettikleri veya lisansüstü eğitime karşın olumlu tutum sergiledikleri görülmektedir. Yapılan literatür taraması sonucu özellikle son on beş yıl içerisinde öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelimleri hususunda yapılan araştırmaların sayısının önceki yıllara kıyasla artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime olan yönelimlerinde bir artış görüldüğü düşünülebilir. Türkçe literatürün 2010 yılı ve öncesi incelendiğinde doğrudan öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime olan tutumları, yönelimleri, tercihleri vb. hususlarda gerçekleştirilen sadece iki araştırmaya (Ünal ve İlter, 2010; Köksalan vd., 2010) rastlanılmıştır. Bahadır'ın (2015) ilgili hususa yönelik literatür taraması çalışmasında da görüldüğü üzere doğrudan öğretmen adaylarının lisansüstü eğitimi tercih etmelerine yönelik araştırmaların son yıllarda artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Türkiye'de, eğitim fakültelerinden mezun olup henüz mesleğe atılmamış öğretmen adayları için lisansüstü eğitimin, hem akademik hem de profesyonel mesleki gelişim açısından önemli bir seçenek hâline gelmesi, ilgili husustaki araştırmaların son yıllarda artış göstermesinin bir gerekçesi olabilir. Bu ihtimalin daha net bir şekilde değerlendirilmesi adına bir literatür taraması yapılmış, “öğretmen adayları”nın lisansüstü eğitime yönelimlerini etkileyen faktörler konusunda bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Öğretmenler ve lisansüstü eğitim konulu araştırmalarda örneklem grubunun çoğunlukla bir devlet okulunda görev yapmakta olan öğretmenlerden oluştuğu görülmüştür. Ayrıca doğrudan bu araştırma konusu ile ilgili olduğu düşünülen kaynaklar incelendiğinde yapılan araştırmalarda adı geçen “öğretmen adayı” kavramı çoğunlukla henüz eğitim fakültelerinde öğrenim görmekte olan kişileri kapsamaktadır.

Mevcut araştırmalar, henüz eğitim fakültesinde öğrenci olan öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelik tutumlarının veya lisansüstü eğitime devam etme hususundaki görüşlerinin çeşitli bireysel ve çevresel etmenlere bağlı olarak anlamlı farklılıklar gösterdiğini ortaya koymakla birlikte, bu araştırmaların genelinde öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime ilişkin görüşlerinin ve tutumlarının olumlu yönde seyrettiği görülmektedir. Örneğin, İlhan vd. (2012), ilköğretim öğretmen adaylarının lisansüstü eğitimin işlevine yönelik olumlu tutum sergilediklerini ancak bu tutumların cinsiyet, sınıf ve anabilim dalı gibi değişkenlere göre farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Benzer şekilde Ünal ve İlter (2010), sınıf öğretmeni adaylarının lisansüstü eğitime olan tutumlarının cinsiyet, mezun olunan lise türü ve aile gelir durumu gibi faktörlere göre anlamlı farklılıklar gösterdiğini saptamıştır. Kabasakal ve Yel'in (2020) araştırmasında biyoloji öğretmeni adaylarının cinsiyet fark etmeksizin büyük çoğunluğunun lisansüstü eğitime devam etmek istediği görülmüştür. Benzer şekilde Sarıkaya'nın (2018) araştırmasında öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu lisansüstü eğitime devam etmeyi düşündüğünü belirtmiştir. Bozpolat'ın (2016) araştırmasında ise çeşitli bölümlerden yer alan eğitim fakültesi öğrencilerinin lisansüstü eğitime ilişkin metaforik algıları ele alınmış ve ortaya çıkan metaforların büyük çoğunluğu olumlu olduğu görülmüştür. Demir ve Beşoluk'un (2017) fen bilimleri öğretmeni adayları ile gerçekleştirdiği araştırmada, adayların lisansüstü eğitime karşın yüksek düzeyde olumlu tutuma sahip olduğu tespit edildiği görülmüştür. Ekici ve Can'ın (2020) fen bilimleri öğretmeni adayları ile gerçekleştirdiği araştırmada ise öğretmen adayları lisansüstü eğitim hakkında olumlu görüşler bildirseler de büyük çoğunluğunun öğretmenlerin lisansüstü eğitim almasının gerekli olmadığı yönünde görüş belirttiği tespit edilmiştir. Yapılan literatür taraması sonucu öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelimlerinde; kişisel kariyer hedefleri, ekonomik koşullar, akademik motivasyon, aile ve çevre desteği gibi unsurların belirleyici olduğu düşünülmektedir. Örneğin, Dönmez vd.nin (2012), öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği araştırmada katılımcıların lisansüstü eğitime yönelik tutumlarının, ailede lisansüstü eğitim almış bireylerin varlığı ve akademik ortalama gibi değişkenlere göre farklılık gösterdiği sonucuna ulaşıldığı görülmektedir. Benzer şekilde Sarıkaya'nın

(2018) araştırmasında öğretmen adaylarına yöneltilen “Aile faktörünün lisansüstü eğitime başlama ve bitirmede etkili olduğu düşüncesine katılıyor musunuz?” sorusuna büyük çoğunluğun “evet” yanıtı verdiği görülmektedir. Şahin vd.nin (2015) öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelik görüşlerinin ele alındığı araştırmada katılımcıların lisansüstü eğitime başlama hususlarında destek gördükleri bireylerin büyük çoğunluğu ebeveynleri ve bulundukları üniversitedeki öğretim üyelerinden oluştuğu görülmektedir. Bu ve benzeri faktörlerin yanı sıra, öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelme kararlarında, lisansüstü eğitime kabul için öngörülen koşulların da etkili olduğu görülmektedir. Yine Şahin vd.nin araştırmasında adayların lisansüstü eğitime ilişkin kaygılarına yönelik bulgularda yabancı dile ve ALES’e ilişkin kaygıların öne çıktığı görülmektedir. İlhan vd.nin (2012) gerçekleştirdikleri araştırmada da öğretmen adayları yabancı dil sınavlarını, lisansüstü eğitime kabul için en zorlayıcı koşul olarak gördüğü belirlenmiştir. Bu durum, öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelme kararlarında, mevcut kabul koşullarının da önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Tüm bu literatür taramaları gösteriyor ki ülkemizde lisansüstü eğitime yönelim hususunda yapılan araştırmalar öğretmenler ve henüz eğitim fakültesinde öğrenci olan öğretmen adayları üzerine yoğunlaşmaktadır. Eğitim fakültesinden mezun olmuş fakat mesleğini icra etmeye başlamamış, yani bir karar verme sürecinde yer alan kişilerin odak noktası olduğu araştırmaların ise yeterli sayıda olmadığı söylenebilir. Eğitim fakültesi mezunlarının kariyerleri için dönüm noktalarından biri olabilecek bu dönemde, yani mezuniyetleri ile işe başlama arasında geçen o kritik dönemde verdikleri kararlar, bu kişilerin kariyerlerini ve daha da önemlisi hayatlarının geri kalan kısmını önemli derecede etkileyebilir. Araştırma bu yönüyle literatürdeki boşluğu doldurabilme noktasında önemli katkılar sunabilir ayrıca bu konuda yapılabilecek nicel çalışmalara ışık tutarak daha geniş ölçekli kitleler ile yapılacak çalışmaların öncüsü olabilir.

Bu araştırma ise, eğitim fakültelerinden mezun olmuş ancak henüz mesleğini icra etmeyen öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelimlerini etkileyen faktörleri, bu karar verme sürecinde ve devamında yaşananları anlamayı amaçlamaktadır. Özellikle bu kişilerin lisansüstü eğitime yönelme kararlarını şekillendiren bireysel, akademik ve çevresel faktörleri derinlemesine incelemek hedeflenmektedir. Mevcut literatürde, öğretmenlerin veya eğitim fakültesinde öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelik tutumları ve tercihleri üzerine çeşitli araştırmalar bulunmasına rağmen henüz mesleğe atılmamış eğitim fakültesi mezunlarının bu süreci nasıl deneyimlediklerini ele alan araştırmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu bağlamda araştırma, söz konusu bireylerin lisansüstü eğitime yönelimlerini etkileyen faktörleri ortaya koyarak, hem bireysel kariyer planlamalarına hem de eğitim politikalarının geliştirilmesine katkı sunmayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda araştırmada şu alt problemlere yanıt aranacaktır:

1. Öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelimlerini etkileyen faktörler nelerdir?
2. Öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime başlama kararı verdikleri süreçte yaşadıkları zorluklar nelerdir?
3. Öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime başlama kararlarının arkasında mıdır?

YÖNTEM

Öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelimlerini etkileyen faktörleri, karar verme süreci ve devamında yaşananları belirlemeyi amaçlayan bu araştırmada amaç doğrultusunda nitel araştırma desenlerinden fenomenoloji deseni tercih edilmiştir. Nitel araştırma, bireylerin algılarını ve yaşantılarını doğal ortamlarında ayrıntılı ve bütüncül bir şekilde incelemeye odaklanan bir araştırma sürecidir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Fenomenoloji deseni ise üzerinde farkındalığımız olan fakat derinlemesine ve detaylı şekilde anlayışımız olmayan olgularla ilgilenir. Bu olgular günlük hayatımızda yaşanan olayların,

tecrübelerimizin, ve algılarımızın bir parçası olarak görülebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu bağlamda araştırmada fenomenoloji deseni, öğretmen adaylarının eğitim fakültelerinden mezun olduktan sonra içerisinde bulundukları karar verme sürecinde lisansüstü eğitime yönelim kararı alırken yaşadıklarını ayrıntılı ve bütüncül bir şekilde betimlemek için tercih edilmiştir. Araştırmanın çalışma grubuna dahil olacak kişiler ölçüt örnekleme kullanılarak belirlenmiştir. Ölçüt örneklemedeki temel prensip, önceden kararlaştırılan kriterlerin yani ölçütlerin sağlandığı durumlarda örnekleme dahil edilebilmedir. Ölçütler araştırmacı tarafından da belirlenmiş olabilir veya hazır ölçütler de kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu araştırmada ise örneklem grubuna dahil olabilmeye ölçütleri şu şekildedir; eğitim fakültesi mezunu olmak, henüz öğretmenlik mesleğini icra etmemek, lisansüstü öğrenim görüyor olmak. Ölçütleri taşıdığını teyit eden kişiler araştırmanın çalışma grubuna dahil edilmiştir. Araştırmanın çalışma grubu 15 lisansüstü öğrencisinden oluşmaktadır. Katılımcılar Ö1, Ö2, ... şeklinde sırası ile Ö15'e kadar kodlanmış ve demografik bilgilere ilişkin tablo (Tablo 1.) aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. *Katılımcılara İlişkin Demografik Bilgiler*

	Cinsiyet	Yaş	Mezun Olduğu Lisans Bölümü	Lisansüstü Eğitimdeki Dönem
Ö1	Kadın	24	Türkçe Öğretmenliği	2
Ö2	Kadın	24	Sınıf Öğretmenliği	2
Ö3	Erkek	27	Sınıf Öğretmenliği	1
Ö4	Kadın	24	Sınıf Öğretmenliği	2
Ö5	Kadın	22	Sınıf Öğretmenliği	2
Ö6	Kadın	24	Sınıf Öğretmenliği	1
Ö7	Kadın	27	Sınıf Öğretmenliği	2
Ö8	Erkek	24	Sınıf Öğretmenliği	2
Ö9	Kadın	25	Sınıf Öğretmenliği	2
Ö10	Kadın	26	Sınıf Öğretmenliği	2
Ö11	Kadın	29	Özel Eğitim Öğretmenliği	2
Ö12	Kadın	24	Sınıf Öğretmenliği	1
Ö13	Kadın	28	İngilizce Öğretmenliği	2
Ö14	Kadın	29	Okul Öncesi Öğretmenliği	4
Ö15	Kadın	30	İlköğretim Matematik Öğretmenliği	4

Öğretmen ve öğretmen adayları ilgili lisansüstü eğitime yönelik araştırmalara ilişkin bir literatür taraması yapılmış ve elde edilen çıkarımlar doğrultusunda araştırmacı tarafından yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Formda yer alan sorular, sosyal bilimler alanında uzman bir öğretim üyesi ve lisansüstü

öğrenim görmekte olan öğretmenler ile öğretmen adaylarına sunulmuştur. Alınan dönütler sonrasında görüşme formunda gerekli düzenlemeler yapılmış ve form uygulanabilir hâle getirilmiştir. Formu gönüllülük esasıyla doldurduğunu beyan eden 20 kişi formu çevrim içi ortamda doldurmuş ve araştırmanın veri setine dahil edilmek üzere incelenmiştir. İnceleme sonucu 5 kişinin verisi, görüşme sorularına verdikleri yanıtlardan yola çıkarak araştırmaya dahil olabilmek ölçütlerini taşımadığı için araştırmaya dahil edilmemiştir. Elde edilen tüm bu veriler betimsel analiz kullanılarak analiz edilmiştir. Tümdengelim yolunun kullanıldığı betimsel analizde araştırma kapsamında irdelenen kuramsal çerçeveden ulaşılan temalar ile örneklemin sunduğu verilerin neden-sonuç ilişkisi ele alınır. Kuramsal çerçeve vasıtasıyla ulaşılan temalar araştırmanın verileri ile eşleştirilerek kodlama yoluyla sıralanır (Şahin, 2023).

BULGULAR

Bu bölümde araştırmacı tarafından belirlenen ve araştırmanın alt problemleri kapsamında ele alınan temalara ilişkin bulgular sırasıyla sunulmuştur.

“Öğretmen Adaylarının Lisansüstü Eğitime Yönelimlerini Etkileyen Faktörler”e İlişkin Bulgular

Tablo 2. Öğretmen Adaylarının Lisansüstü Eğitime Yönelimlerini Etkileyen Faktörlere Yönelik Görüşleri

Tema	Kod	Örnek İfade
Kariyer Planlaması	Akademisyenlik Hedefi	Ö9: “Lisans eğitim sürecinde 4.sınıftayken alanımda uzmanlaşmayı ve akademik kariyer hedeflediğimi fark ettim.”
	Atanma Sürecini Değerlendirme	Ö6: “Hem üniversiteye başladığımdan beri aklımda olan bir işti hem de atama gerçekleşene kadarki uzun olan bu süreci değerlendirip kendimi geliştirmek istediğim için bu kararı aldım.”
Gelişim	Kişisel Gelişim	Ö4: “En büyük faktör atama sürecini beklerken kendimi geliştirme düşüncesi idi. Mesleğe hemen başlayamadığımızdan ötürü oluşacak boş zamanımı eğitime harcamaya karar verdim.”
	Akademik/Mesleki Gelişim	Ö3: “Öncelikle kendimi akademik olarak sürekli geliştirmek istiyordum. Fakat bu gelişimimi mesleğime atandıktan bir süre sonra yapmak daha mantıklı geliyordu. Atanma sürecim uzadığı için mesleki olarak bir boşluğa düştüm ve yüksek lisans yapma kararı aldım.”
Çevresel Etkiler	Aile Desteği	Ö9: “Ailem lisansüstü eğitim yapma konusunda çok etkili bir faktördü. Maddi manevi tüm desteklerini esirgemediler ve benim bu süreçteki motivasyonumu yüksek tuttular.”

Sosyal Çevre

Ö8: “Mezun olduğum dönemin final sınavlarında bir hocamız ikinci ales sınavı ile üniversiteye başvuruları kabul edeceğini söyledi ve o sıralar sınıfta en az 7 8 kişi ales sınavına girmek istiyordu. Ben de hiç aklımda yokken ve etrafımdaki kişilerin sınava girmek istediğini de duyunca bir başvurayım dedim.”

Tablo 2’de görüldüğü üzere öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelmelerinde kariyer planlamasına, gelişime ve çevresel etkilere yönelik faktörler ortaya çıkmıştır.

“Öğretmen Adaylarının Lisansüstü Eğitime Başlama Kararı Verdikleri Süreçte Yaşadıkları Zorluklar”a İlişkin Bulgular

Tablo 3. Öğretmen Adaylarının Lisansüstü Eğitime Başlama Kararı Verdikleri Süreçte Karşılaştıkları Zorluklara İlişkin Görüşleri

Tema	Kod	Örnek İfade
Özgüven Sorunları	Öz Yeterliliği Sorgulama	Ö8: “... son ana kadar böyle bir planım veya hazırlığım yoktu. Bu yüzden yaşadığım tek zorluk başvurumun onaylanması ile kayıt yaptırma sürecinde yaşadığım kararsızlık hâliydi. Kendime tam olarak güvenemiyordum.”
Zaman Yönetimi	KPSS-Lisansüstü Eğitim Dengesi	Ö6: “Bir taraftan da tekrardan Kpss’ye hazırlanmam gerektiği için üstesinden gelip gelmeyeceğimi düşündüm onun dışında bir karmaşa ve zorlukla karşılaşmadım.”

Tablo 3’te görüldüğü üzere öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime başvurma sürecinde karşılaştıkları zorluklar kişisel boyutlarda yoğunlaşmakta. Öğretmen adayları kendilerinde yeterli özgüveni hissetmekte veya KPSS’ye çalıştıkları bir dönemde lisansüstü eğitimi sürdürebilme hususunda tereddüt yaşamakta.

“Öğretmen Adaylarının Lisansüstü Eğitime Başlama Kararlarının Arkasında Durmaları”na İlişkin Bulgular

Tablo 4. Öğretmen Adaylarının Lisansüstü Eğitime Başlama Kararlarının Şimdiki Deneyimleri Doğrultusunda Değişip Değişmediğine İlişkin Görüşleri

Tema	Kod	Örnek İfade
Kararından Emin Olma	Yine Yeniden	Ö4: “Tekrar başlardım. Her ne kadar süreç bazen zorlayıcı olsa da pozitif etki eden yanları daha fazla.”

Ö3: “İyi ki yüksek lisans yapma gibi bir karar aldım. Çünkü hem mesleki hem akademik olarak ciddi anlamda bir özgüven kazandığımı düşünüyorum.”

Tablo 4’te de görüldüğü üzere çalışma grubunda yer alan tüm katılımcılar lisansüstü eğitime başlama kararlarının arkasında oldukları yönünde görüş bildirmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Araştırma sonuçları, adayların lisansüstü eğitime yönelme nedenlerinin başında kariyer planlaması, kişisel gelişim arzusu ve çevresel desteklerin (aile, arkadaş, akademik çevre) yer aldığını göstermiştir. Bunun yanı sıra, karar sürecinde özgüven eksikliği, zaman yönetimi güçlükleri ve KPSS hazırlığı ile lisansüstü eğitim sürecini dengeleme kaygıları öne çıkan zorluklar arasında yer almıştır. Katılımcıların lisansüstü eğitime ilişkin beklentileriyle deneyimleri büyük ölçüde örtüşmüş; bilimsel araştırma yapma, akademik yazma becerilerini geliştirme ve alana yönelik farkındalık kazanma gibi alanlarda önemli kazanımlar sağladıkları görülmüştür. Ayrıca katılımcıların tamamının aldıkları kararın arkasında durduğu, bu sürecin hem akademik hem de kişisel gelişimlerine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen veriler, öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelirken yalnızca akademik motivasyonla değil atanma sürecindeki belirsizlikle başa çıkmak, toplumsal olarak “atıl” görünmemek ve alternatif kariyer yolları oluşturmak gibi dışsal gerekçelerle de bu süreci tercih ettiklerini göstermektedir. Bu bulgu, lisansüstü eğitimin birçok aday için bir tür “geçiş stratejisi” olarak değerlendirildiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, lisansüstü eğitimin öğretmenlik mesleğine geçiş sürecinde yalnızca kariyer planlaması açısından değil, bireysel ve mesleki yeterliklerin geliştirilmesi açısından da önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Öğretmenlik eğitimini tamamlamış ancak henüz bir mesleğe başlamamış öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelimlerini etkileyen faktörleri, ilgili karar sürecinde yaşanan zorlukları ve bu sürece ilişkin deneyimlerin incelendiği bu çalışmada, elde edilen bulgular ile literatürdeki benzer konulardaki araştırmaların bulgular önemli ölçüde örtüşmektedir. Ayrıca elde edilen bulguların bazıları ilgili literatüre yeni katkılar sağlayacak düzeyde olduğu söylenebilir.

Araştırma bulgularına göre öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelme nedenlerinin başında akademik kariyer yapma isteği, atanamama ihtimaline karşı alternatif oluşturma, kişisel gelişim arzusu ve çevresel (aile/arkadaş) etkiler gelmektedir. Bu bulgular; Alabaş (2012), Gürel (2020) ve Aktan (2020) tarafından yapılan araştırmalarda da benzer şekilde görülmektedir. Söz konusu araştırmalarda öğretmenlerin lisansüstü eğitimi kişisel ve mesleki gelişim amacıyla tercih ettikleri, alanında uzmanlaşma ve yenilikleri takip etme gibi beklentilerle hareket ettikleri ifade edilmiştir. Benzer şekilde Koşar vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada da "öğrenme isteği" ve "yenilik ihtiyacı" gibi motivasyon kaynakları öne çıkmaktadır. Kowalczyk-Waledziak vd.nin (2017) bir yüksek lisans programına kayıtlı öğretmen adayları ile gerçekleştirdikleri çalışmada da benzer şekilde katılımcıları büyük çoğunluğu mesleki ve kişisel gelişim kaynaklı motivasyonlarla yüksek lisans programına kayıt olduklarını ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının kararlarını şekillendiren faktörler arasında aile ve sosyal çevrenin etkisi de önemli bir yer tutmuştur. Bu durum, Sarıkaya’nın (2018) çalışmasındaki bulgularla paralellik göstermektedir. Sarıkaya (2018), öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun aile faktörünün lisansüstü eğitime başlama ve sürdürme sürecinde etkili olduğunu belirtmiştir. Kowalczyk-Waledziak vd.nin (2017)

öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği çalışmada bir yüksek lisans programına kayıt olurken arkadaş/aile etkeninin etkili olduğunu belirten katılımcılar olsa da bu katılımcıların oranı oldukça düşüktür. Ülkemizde benzer konularda gerçekleştirilen çalışmaların bulguları ve bu araştırmada elde edilen bulgular incelendiğinde ise öğretmen adaylarının veya öğretmenlerin lisansüstü eğitime başlamalarında ve sürdürmelerinde aile/çevre desteği daha yüksek oranlarda olduğu görülmüştür.

Katılımcılar, lisansüstü eğitime başlama sürecinde çeşitli bireysel zorluklar yaşadıklarını ifade etmiştir. Bu zorluklar arasında özgüven eksikliği, yetersizlik hissi, zaman yönetimi ve KPSS hazırlığıyla lisansüstü süreci dengeleme güçlüğü ön plana çıkmıştır. Bu bulgular, İlhan vd. (2012) ve Şahin vd. (2015) tarafından yapılan araştırmalarla örtüşmektedir. Her iki araştırmada da öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime başvurma sürecinde özellikle yabancı dil ve ALES gibi kabul koşulları nedeniyle kaygı yaşadıkları, özgüven konusunda zorlandıkları belirtilmiştir. Bu araştırmanın bulguları da, başvuru sürecinde yeterli akademik donanımına sahip olunup olunmadığına dair içsel sorgulamaların süreci etkilediğini göstermektedir.

Araştırmada dikkat çeken önemli bir bulgu, katılımcıların tamamının lisansüstü eğitime başlama kararlarının arkasında durduğunu ve aynı koşullarda yeniden bu tercihi yapabileceklerini belirtmesidir. Bu bulgu, öğretmen adaylarının lisansüstü eğitimi yalnızca kariyer planlaması açısından değil, kişisel gelişim açısından da anlamlı ve değerli bir süreç olarak değerlendirdiklerini göstermektedir. Bu durum, Bozpolat (2016) tarafından yürütülen araştırmadaki olumlu metaforik algılarla desteklenmektedir. Ayrıca, araştırmanın yalnızca lisans öğrenimi sırasında değil mezuniyet sonrası kritik bir geçiş döneminde karar alan bireylere odaklanması, daha önce yeterince temsil edilmemiş bir gruba dair yeni bilgiler sunması açısından literatüre katkı sağlamaktadır. Katılımcıların tamamının lisansüstü eğitime başlama kararlarının arkasında durduklarını belirtmesi, görünüşte güçlü bir içsel motivasyon izlenimi oluştursa da bu tutumun ardında farklı etkenler olabileceği de dikkate alınmalıdır. Nitekim katılımcı ifadelerinde, lisansüstü eğitimin yalnızca akademik gelişim amacıyla değil, KPSS sürecindeki boşluğu doldurmak, çevrenin “boş duruyor” algısından kaçınmak ve alternatif bir kariyer kapısı açmak amacıyla tercih edildiği sıklıkla dile getirilmiştir. Bu durum, adayların tercihlerini yaparken sadece bireysel gelişim değil, aynı zamanda toplumsal beklenti baskısı ve mesleki belirsizlikle başa çıkma stratejileri ile hareket ettiklerini göstermektedir.

Bu bağlamda araştırma sonuçları kapsamında şu öneriler sunulabilir: 1-Lisans mezuniyeti sonrasında öğretmen adaylarına; lisansüstü eğitim hakkında bilgilendirici ve yönlendirici rehberlik sağlanması, karar süreçlerini destekleyebilir. 2-Henüz bir mesleğe başlamamış öğretmen adayları üzerine daha fazla araştırma yapılabilir. Bu grup, karar verme sürecinde oldukları için öğretmen yetiştirme politikalarının geliştirilmesinde kritik bir hedef kitle olarak değerlendirilebilir. 3-Atanma sürecindeki öğretmen adaylarına yönelik yapılandırılmış geçiş programları geliştirilebilir. 4-Lisans mezuniyeti ile mesleğe atılma arasında kalan süreçte öğretmen adaylarına yalnızca lisansüstü eğitim değil alternatif gelişim ve yönlendirme fırsatları sunacak destekleyici programlar oluşturulabilir.

KAYNAKÇA

- Aktan, O. (2020). Öğretmenlerin kariyer gelişimi açısından lisansüstü eğitimin değerlendirilmesi. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 10(3), 596-607.
- Alabaş, R., Kamer, S. T., & Polat, Ü. (2012). Öğretmenlerin kariyer gelişimlerinde lisansüstü eğitim: Tercih sebepleri ve süreçte karşılaştıkları sorunlar. *E-International Journal of Educational Research*, 3(4), 89-107.
- Bahadır, E. (2015). Öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğini tercih sebepleri ve lisansüstü eğitime yönelik tutumları: Literatür taraması. *Eurasian Education&Literature Journal*, 1(4), 43-58.
- Bozpolat, E. (2016). Öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime ilişkin metaforik algıları. *İlköğretim Online*, 15(4), 1114-1130.
- Demir, M., & Beşoluk, Ş. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelik tutumlarının incelenmesi. *Sakarya University Journal of Education*, 7(4), 769-781.
- Dixon, H., Ward, G., Connor, H., & Darragh, L. (2024). Understanding teachers' motivation to undertake a postgraduate degree: the influence of 'expectancy of success' and 'expectancy of value' beliefs. *Teacher Development*, 28(4), 591-607.
- Dönmez, A., Aydoğdu, E., Sever, M., & Aypay, A. (2012). Öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelik tutumları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 9-28.
- Ekici, M., & Can, İ. (2020). Fen bilimleri öğretmen adaylarının lisansüstü eğitim hakkındaki görüşlerinin, beklentilerinin ve farkındalıklarının incelenmesi. *SDU International Journal of Educational Studies*, 7(2), 212-227.
- Gültekin, M. (2020). Değişen toplumda eğitim ve öğretmen nitelikleri. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 10(1), 654-700.
- Gürel, R. (2020). DKAB öğretmenlerine göre lisansüstü eğitim: Tercih sebepleri, süreçler, sorunlar ve beklentiler üzerine nitel bir araştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 7(12), 131-170.
- Güven, İ., & Tunç, B. (2007). Lisansüstü öğretim öğrencilerinin akademik sorunları (Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü örneği). *Millî Eğitim*, 35(173), 157-172.
- İlhan, M., Öner Sünkür, M., ve Yılmaz, F. (2012). İlköğretim öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelik tutumlarının incelenmesi (Dicle Üniversitesi örneği). *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(23), 22-42.
- İlter, İ. (2020). Lisansüstü öğrenim gören öğretmenlerin lisansüstü eğitime yönelik tutumlarının değerlendirilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (49), 263-292.
- Kabasakal, Ç., & Yel, M. (2020). Biyoloji öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelik görüşleri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 4(2), 243-259.
- Koşar, D., Er, E., & Kılınç, A. (2020). Öğretmenlerin lisansüstü öğrenim görme nedenleri: Nitel bir araştırma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (53), 370-392.
- Kowalczyk-Waledziak, M., Clipa, O., & Daniela, L. (2017). Do teachers really need a master's degree? Student teachers' perspectives. *Journal of Educational Sciences*, 18(1), 38-58.

Köksalan, B., İlter, İ., & Görmez, E. (2010). Sınıf öğretmeni adaylarının sosyo-kültürel özellikleri ve lisansüstü eğitim isteklilikleri üzerine bir çalışma Fırat, Erzincan ve İnönü Üniversitesi sınıf öğretmenliği abd örneği. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(3), 277-299.

Ören, F. Ş., & Karapınar, A. (2016). Öğretmen adaylarının mesleki yeterlik algılarıyla lisansüstü eğitime yönelik tutumları ve bu değişkenler arasındaki ilişki. *Yükseköğretim Dergisi*, 6(3), 105-116.

Ramirez, A., Himang, C., Selerio, E., Manalastas, R., Himang, M., Giango, W., Tenerife, P., & Ocampo, L. (2020). Exploring the hedonic and eudaimonic motivations of teachers for pursuing graduate studies. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 31(2), 105-122

Sarıkaya, B. (2018). Öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelik görüşleri: Muş Alparslan Üniversitesi örneği. *EKEV Akademi Dergisi*, 22(74), 1-10.

Şahin, Ç., Demir, M., ve Arcagök, S. (2015). Prospective teachers' opinions towards postgraduate education/Öğretmen adaylarının lisansüstü eğitime yönelik görüşleri. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 11(1), 304-320.

Şahin, S. (2023). *Sosyal bilimlerde araştırma* (6. baskı). Pegem Akademi Yayıncılık.

T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü (2017). *Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri*. https://oygm.meb.gov.tr/dosyalar/StPrg/Ogretmenlik_Mesleği_Genel_Yeterlikleri.pdf

Ünal, Ç., ve İlter, İ. (2010). Sınıf öğretmeni adaylarının lisansüstü eğitime olan tutumları (Fırat, Erzincan ve İnönü Üniversitesi sınıf öğretmenliği abd örneği). *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 1-18.

Yıldırım, A. Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (12. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Sınıf Öğretmenlerinin Ders Kaynaklarına Erişim Yollarının Belirlenmesi

Yusuf GÜNEY¹, Nida BAYINDIR²

¹E-mail: yusufguneyh30@gmail.com; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Eskişehir/ Türkiye. ORCID. 0009-0001-1341-9324

²E-mail: nida.bayindir@ogu.edu.tr; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Eskişehir/ Türkiye. ORCID. 0000-0001-8329-358X

Özet

Ders kaynakları, öğretmenlerin öğretim sürecinde öğrencilerine bilgi aktarmak, ders içeriklerini zenginleştirmek ve öğrenmeyi desteklemek amacıyla kullandıkları materyal, araç ve yöntemleri kapsayan geniş bir kavramdır. Genellikle basılı ve dijital olarak sınıflandırılan bu kaynaklar, öğretim sürecinin etkililiğini ve öğrenmenin kalıcılığını artırmada önemli rol oynamaktadır. Bu araştırma, sınıf öğretmenlerinin ders kaynaklarına erişim süreçlerini, tercih ettikleri kaynak türlerini ve bu kaynaklara ulaşırken karşılaştıkları durumları incelemeyi amaçlamaktadır. Nitel araştırma desenlerinden fenomenoloji deseni benimsenmiş; 17 sınıf öğretmeniyle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Veriler temalar hâlinde analiz edilmiş, aktarılabirlik için katılımcı görüşlerine yer verilmiş ve inandırıcılığı artırmak amacıyla uzman görüşüne başvurulmuştur. Araştırmada, öğretmenlerin hem basılı hem de dijital kaynaklara yöneldiği, özellikle internet ve sosyal medya üzerinden kaynaklara sıkça ulaştıkları görülmüştür. Kaynak seçiminde müfredat uyumu, öğrenci seviyesine uygunluk ve bilimsel geçerlilik ön plandadır. Kırsal bölgelerde görev yapan öğretmenlerin kaynaklara erişimde dezavantaj yaşadıkları belirlenmiştir. Araştırma, ders kaynaklarına erişimin artırılması, çeşitliliğin sağlanması kullanacakları kaynakların güvenilir ve müfredata uygunluğunun sağlanması, kırsal bölgelere ücretsiz ders kaynağı desteği sağlanması yönünde öneriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ders kaynakları, ilkokul, öğrenci, sınıf öğretmeni

Abstract

Teaching resources is a broad concept that encompasses the materials, tools, and methods that teachers use in the teaching process to convey information to their students, enrich lesson content, and support learning. These resources, which are generally classified as printed and digital, play an important role in increasing the effectiveness of the teaching process and the permanence of learning. This study aims to examine primary school teachers' access processes to teaching resources, the types of resources they prefer, and the situations they encounter while accessing these resources. The phenomenology design from qualitative research designs was adopted, and interviews were conducted with 17 primary school teachers. The data were analyzed in themes, participant views were included for transferability, and expert opinion was consulted to increase credibility. The study revealed that teachers turn to both printed and digital resources, frequently accessing resources via the internet and social media. Curriculum compatibility, suitability for student level, and scientific validity are prioritized in resource selection. It was determined that teachers working in rural areas experience disadvantages in accessing

resources. The study offers recommendations for increasing access to teaching resources, ensuring diversity, ensuring the reliability and curriculum suitability of the resources they will use, and providing free teaching resource support to rural areas.

Keywords: Elementary school, instructional resources, primary school teacher, student

GİRİŞ

Eğitimde niteliği artırmanın temel yollarından biri, öğretmenlerin doğru ve çeşitli ders kaynaklarına erişimidir. Sınıf öğretmenleri, öğrencilerin gelişimini desteklemek ve öğrenme süreçlerini zenginleştirmek için basılı ve dijital kaynaklardan yararlanmaktadır. Bu kaynaklara erişim, öğretmenin deneyimi, okul olanakları, teknolojik altyapı ve eğitim politikaları gibi etkenlere göre değişmektedir. Günümüzde bireylerin yaşam boyu öğrenme becerileriyle donatılması; iş birliği, problem çözme ve bağımsız karar alma gibi becerilerin kazandırılmasını zorunlu kılmaktadır (Gül ve Marulcu, 2014). Bu becerilerin gelişimi, öğretmenlerin çağın gereklerine uygun kaynaklara erişebilmesiyle yakından ilişkilidir. Eğitimin amacı, tarihsel süreçte toplumsal ihtiyaçlara göre değişmiştir. Tarım toplumunda iyi bir çiftçi, sanayi döneminde ise nitelikli iş gücü yetiştirme ön plandayken; günümüzde çok yönlü ve analitik düşünebilen bireyler yetiştirmek hedeflenmektedir (Altuntaş, 2007). Bu çerçevede, öğretmenlerin kullandığı ders kaynakları eğitimin etkinliği açısından kritik önemdedir. Teknolojik araçların hızla gelişmesiyle, öğretim ortamlarında teknolojinin etkin kullanımı kaçınılmaz hâle gelmiştir (Karoğlu, Bal ve Çimşir, 2020).

Geleneksel olarak eğitim ve öğretim sürecinde ders kaynağı denilince akla ilk olarak ders kitapları gibi basılı kaynaklar gelmektedir. Son yıllarda birçok görsel, işitsel, basılı ve teknolojik ders kaynağı geliştirilmiş olmasına rağmen, ders kitapları eğitim öğretim sürecinde hâlâ en yaygın kullanılan kaynaktır (Britton, Woodward ve Binkley, 1993). Öğretim programındaki kazanımları aktarmada temel araç olsa da dijitalleşmeyle birlikte ders içinde ve dışında çeşitli dijital kaynaklar da kullanılmaktadır. Web siteleri, dijital uygulamalar, Eğitim Bilişim Ağı(EBA), videolar, ders sunumları, e-kitaplar, dijital oyunlar, animasyonlar, fotoğraflar ve görseller gibi çeşitli dijital eğitim kaynaklarından da faydalanılmaktadır (Dilekçi, 2024). Özellikle son zamanlarda teknolojinin artmasıyla dijital kaynakların kullanımı artmaktadır. Dijitalleşmedeki bu değişim, bireylerin bilgiye erişim yöntemlerini dönüştürerek öğretim sürecinde önemli değişiklikler yaratmıştır (Alakoç, 2003). Nitekim öğretmenlerin farklı kaynaklardan yararlanması, etkili bir öğretim süreci için kaçınılmazdır (Altun ve Ata, 2008; Çengelci, 2013). Bu durum, öğretmenlerin hem basılı hem dijital kaynaklara erişmesini ve bunları öğretimde etkin şekilde kullanmasını gerekli kılmaktadır. Ders kaynakları, öğretim sürecinin vazgeçilmez bileşenlerinden biri olup, öğrencilerin konuyu daha kolay kavramasını sağlarken, öğretmenlerin öğretim sürecini daha etkili ve verimli hale getirmesine yardımcı olmaktadır (Doğdu ve Aslan, 1993). Ancak, öğretmenlerin bu kaynaklara nasıl ulaştığı, hangi kriterlere göre seçim yaptığı ve hangi yolları tercih ettiği konusunda alan yazında sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Özellikle sınıf öğretmenlerine özgü, uygulamaya dönük araştırmaların eksikliği dikkat çekmektedir. Ayrıca literatürde bazı araştırmalar sadece basılı ya da dijital kaynaklardan birine odaklanılmıştır. Bu çalışma, her iki türü birlikte ele alarak daha bütüncül bir bakış açısı sunabilir. Eğitim materyallerinin iyi tasarlanması, planlı kullanımı ve öğrencilerin özelliklerine uygun olması gerektiği vurgulanmaktadır (Ornstein ve Lasley, 2000). Öğretmenlerin kaynaklara erişimi hem basılı hem dijital

materyalleri kapsamaktadır. Ancak bu kaynakların seçimi ve kullanımı; mevcut imkânlar, hedef kitlenin özellikleri, öğretmenin tutumu, bilgi düzeyi, isteği ve yöneticilerin yaklaşımı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Yalın, 2020). Bu faktörler, öğretmenlerin kaynakları ne ölçüde ve nasıl kullanacaklarını doğrudan etkilemektedir.

Dijital ve basılı kaynakların öğretmenler tarafından kullanımına ilişkin çalışmalar, her iki türün farklı avantajlar sunduğunu göstermektedir. Pişintunç, Durmuş ve Akkaya (2012), dijital materyallerin çeşitli avantajlarını vurgulamakla birlikte, dijital olmayan materyallerin daha somut bilgi sağlaması nedeniyle öğretmen adaylarının bu kaynaklara daha fazla yöneldiğini belirtmişlerdir. Bu durum, öğretmenlerin yalnızca erişim imkânlarını değil, aynı zamanda kaynakların öğretime uygunluğunu da dikkate aldıklarını göstermektedir. Öğretmenlerin, ders kitaplarının yanı sıra yardımcı kaynakları da yoğun şekilde kullandıkları görülmektedir. Yılmaz'ın (2024) sınıf öğretmenleriyle yaptığı çalışmada, katılımcıların yardımcı kaynakları içerik ve tasarım açısından daha zengin buldukları ifade edilmiştir. Ayrıca öğretmenlerin %91,6'sı, bu kaynakların öğrencileri sınava hazırlamada ücretsiz ders kitaplarından daha etkili olduğunu belirtmiştir. Bu bulgu, öğretmenlerin kaynak tercihinde müfredatın yanı sıra öğrencilerin akademik başarısını da göz önünde bulundurduklarını ortaya koymaktadır.

Bu araştırma, sınıf öğretmenlerinin ders kaynaklarına erişim süreçlerini, tercih ettikleri kaynak türlerini ve bu süreçte karşılaştıkları durumları belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada öğretmenlerin basılı ve dijital kaynaklara erişim yöntemleri, kullanım düzeyleri ve seçim kriterleri incelenmiş; ayrıca kaynak paylaşımı ve kaynak erişimini kolaylaştıracak sistemlere yönelik görüşleri de ele alınmıştır. Bu çalışma, öğretmenlerin kaynak erişimini ve karar alma süreçlerini anlamaya katkı sunmayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda, sınıf öğretmenlerinin aşağıdaki sorulara verdikleri yanıtlar incelenmiştir.

1. Sınıf öğretmenleri ders kaynaklarına nasıl erişmektedir?
2. Sınıf öğretmenlerinin tercih ettikleri kaynak türleri hangisidir?
3. Sınıf öğretmenleri ders kaynaklarına erişimde karşılaştıkları durumlar nelerdir?

YÖNTEM

Bu araştırma, sınıf öğretmenlerinin ders kaynaklarına ulaşmada izlediği yolları belirlemek amacıyla nitel araştırma yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Nitel araştırmalar; gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi veri toplama teknikleriyle, olgu ve olayları doğal ortamlarında derinlemesine incelemeyi amaçlar (Hatch, 2023; Merriam ve Grenier, 2019). Belirli bir durumu ayrıntılı şekilde değerlendirmek ve kapsamlı veriler elde etmek için bu yöntem sıklıkla tercih edilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Araştırmada, nitel araştırma desenlerinden fenomenoloji (olgubilim) deseni kullanılmıştır. Bu desen, belirli bir olguya ilişkin bireylerin yaşantılarından yola çıkarak ortak anlamlar geliştirmeyi hedefler (Creswell, 2018). Sınıf öğretmenlerinin ders kaynaklarına ulaşma süreçlerini, kendi deneyimleri üzerinden derinlemesine incelemek amacıyla bu desen tercih edilmiştir.

Bu araştırmanın çalışma grubunu, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Türkiye'nin farklı illerinde Millî Eğitim Bakanlığına bağlı devlet okullarında görev yapmakta olan 17 sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Örneklem yöntemi olarak, amaçlı örneklem türlerinden ölçüt örneklemesi tercih edilmiştir. Bu yöntem, belirli kriterleri taşıyan bireylerin incelenmesini esas alır (Marshall ve Rossman, 2014). Devlet okullarındaki öğretmenlerin kaynak temin süreçlerinin özel okullardan farklı olması nedeniyle, yalnızca MEB'e bağlı okullarda görev yapan öğretmenler çalışma grubuna dâhil edilmiştir. Araştırma kapsamında yarı yapılandırılmış görüşmelerle 17 sınıf öğretmeninden veri toplanmıştır. Katılımcıların demografik bilgileri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo.1: *Sınıf Öğretmenlerinin Ders Kaynaklarına Erişim Yollarına Yönelik Görüşleri*

Katılımcılar	Cinsiyet	Yaş	Mesleki Kıdem	Okutulan Sınıf Düzeyi	Mezun Olunan Bölüm	Çalıştığı yer
Ö1	Kadın	25	1-5 yıl	1, 2, 3 ve 4.	Sınıf Öğretmenliği	Şanlıurfa
Ö2	Kadın	27	6-10 yıl	2.	Sınıf Öğretmenliği	Hakkâri
Ö3	Erkek	36	11-15 yıl	2.	Sınıf Öğretmenliği	Hakkâri
Ö4	Kadın	25	1-5 yıl	3.	Sınıf Öğretmenliği	Hakkâri
Ö5	Kadın	23	1-5 yıl	1, 2, 3 ve 4.	Sınıf Öğretmenliği	Mardin
Ö6	Kadın	24	1-5 yıl	4.	Sınıf Öğretmenliği	Diyarbakır
Ö7	Kadın	24	1-5 yıl	3.	Sınıf Öğretmenliği	Ağrı
Ö8	Kadın	31	6-10 yıl	1, 2, 3 ve 4.	Sınıf Öğretmenliği	Bursa
Ö9	Kadın	26	1-5 yıl	3.	Sınıf Öğretmenliği	Ağrı
Ö10	Erkek	24	1-5 yıl	2.	Sınıf Öğretmenliği	Şanlıurfa
Ö11	Kadın	24	1-5 yıl	2.	Sınıf Öğretmenliği	Mardin
Ö12	Kadın	24	1-5 yıl	3.	Sınıf Öğretmenliği	Şanlıurfa
Ö13	Erkek	30	6-10 yıl	1.	Sınıf Öğretmenliği	Hakkâri
Ö14	Kadın	32	6-10 yıl	1 ve 2.	Sınıf Öğretmenliği	Şırnak
Ö15	Erkek	24	1-5 yıl	4.	Sınıf Öğretmenliği	Adıyaman
Ö16	Erkek	30	6-10 yıl	4.	Sınıf Öğretmenliği	Hakkâri
Ö17	Erkek	41	16-20 yıl	1.	Sınıf Öğretmenliği	Hakkâri

Araştırma verileri, sınıf öğretmenlerinin ders kaynaklarına erişim süreçlerine ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla 10 açık uçlu sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formuyla toplanmıştır. Bu yöntem, katılımcıların öznel deneyimlerini derinlemesine anlamaya olanak tanıdığı için tercih edilmiştir (Merriam, 2015). Görüşme formu; erişim yolları, kaynak tercihi, kullanılan materyal çeşitliliği ve çözüm önerileri gibi temalar doğrultusunda hazırlanmış; uzman görüşleriyle şekillendirilip pilot uygulama sonrası son hâlini almıştır. Katılımcılar bilgilendirilmiş ve çevrim içi platform üzerinden gönüllü olarak görüşmeye katılmışlardır. Elde edilen veriler, araştırma soruları doğrultusunda oluşturulan kodlama anahtarı ile işlenmiş ve önceden belirlenen temalar çerçevesinde betimsel analizle değerlendirilmiştir. Bu yöntem, öğretmenlerin deneyimlerini sistemli ve anlaşılır biçimde ortaya koymak için uygun bulunmuştur (Liamputtong, 2009).

BULGULAR

Bu bölümde, araştırmanın alt problemleri doğrultusunda oluşturulan temalar kapsamında elde edilen bulgular sırasıyla sunulmuştur.

Sınıf Öğretmenlerinin Ders Kaynaklarına Erişim Yollarına İlişkin Bulgular

Tablo.2: Sınıf Öğretmenlerinin Ders Kaynaklarına Erişim Yollarına Yönelik Görüşleri

Tema	Kodlar	Öğretmen Görüşleri
Ders kaynaklarına erişim yolları	Basılı kaynaklarla erişim	Ö10: Basılı kaynaklar; kitap, fasikül ve çalışma yaprakları vb. kullanıyorum. Ö11: En çok ders kitapları, öğretmen kılavuz kitapları, MEB e-içerik platformları ve eğitim videolarına başvuruyorum. Ö12: Öncelikle MEB kitaplarına bakıyorum, kitaplarla uyumlu ek kaynak kullanıyorum.
	Dijital kaynaklarla erişim	Ö3: En çok dijital ders kaynaklarından faydalaniyorum. Bazen basılı özel kaynaklardan da faydalandığım oluyor. Dijital ders kaynaklarını tercih etmemin sebebi çoğaltılmasının daha pratik olması ve bir kaynağa bağlı kalmadan ekonomik şekilde birden fazla içeriğe ulaşabilmemdir. Ö17: Daha çok dijital yollarla kaynaklara ulaşıyorum. Çünkü aynı anda birden fazla öğretmene ulaşip çok fazla etkinlik tercihi sağlıyor.
Ders kaynaklarına erişim yolları	Alanında tanınmış öğretmen paylaşımları	Ö1: Alanında tanınmış öğretmenlerin paylaşımları, üniversite öğretmenlerimin önerilerini dikkate alıyorum. Ö17: Genellikle MEB'in ders kitaplarını kullanıyorum. Buna ek olarak dijital yollardan tanınmış öğretmenleri takip edip beğendiğim etkinlikleri sınıfımda uyguluyorum.
	Kendi oluşturdukları ders kaynakları	Ö6: MEB öğretim programlarını inceleyip internet ve sosyal ağ üzerinden ilgili kazanımla alakalı etkinliklerimi hazırlıyorum.

Tablo.2'ye göre sınıf öğretmenleri ders kaynaklarına hem basılı hem dijital yollarla erişmekte; dijital kaynaklar pratiklik ve çeşitlilik açısından daha çok tercih edilmektedir. Ayrıca bazı öğretmenler, kendi hazırladıkları materyallerle de ders içeriğini zenginleştirmektedir.

Sınıf Öğretmenlerinin Ders Kaynağı Seçim Kriterlerine İlişkin Bulgular

Tablo.3: *Sınıf Öğretmenlerinin Ders Kaynağı Seçim Kriterlerine Yönelik Görüşleri*

Tema	Kodlar	Öğretmen Görüşleri
Ders kaynağı seçim kriterleri	Müfredata uygunluk	Ö9: Ders kaynaklarının kazanımlara uygunluğu önceliğimdir. Ö11: (...)Kaynakların müfredata uygun olmasına ve güncelliğine dikkat ediyorum. Ö17: İlk önceliğim müfredata ve amacıma uygun olmasıdır.
	Öğrenci seviyesine uygunluk	Ö4: (...)İçeriğinin sade, öğrencinin düzeyine uygunluğuna bakıyorum. Ö15: (...) Kaynakları seçerken içeriğinin MEB kazanımlarına, öğrenci seviyesine ve bütçe uygunluğuna dikkat ediyorum.
Ders kaynağı seçim kriterleri	Bilimsel güvenilirlik	Ö8: kullanacağım platform/ etkinliğin müfredata uygunluğu, öğrencilerin seviyesine uygunluğu, dil bilgisi açısından doğruluğu, bilimsel anlamda güvenilirliği önemli bence. Eğer bu kriterlere uygunsa kullanıyorum. Ö10: Basılı kaynakları tercih ederken kendini kanıtlamış yayınevlerini tercih ediyorum.
	Ulaşılabilirlik ve Maliyet	Ö16: (...)Öncelikli olarak kaynağın maliyet – verimlilik oranına dikkat ediyorum, düşük maliyet yüksek yarar öncelikli tercihim olmaktadır. Ö17: (...)ders kaynaklarının; ulaşılabilmesi kolay, maliyet açısında uygun ve bir uzun ömürlü olması benim için çok önemlidir. Ö3: Dijital yoldan erişiyorum. Zaman ve ekonomik açıdan daha tasarruflu oluyor.

Tablo 3'e göre öğretmenler, ders kaynağı seçiminde öncelikli olarak müfredata ve öğrenci seviyesine uygunluk, bilimsel güvenilirlik, ulaşılabilirlik ve maliyet gibi ölçütleri dikkate almaktadır.

Öğretmenlerin Ders Kaynaklarını En Yoğun ve Çeşitli Kullandıkları Derslere İlişkin Bulgular

Tablo.4: Öğretmenlerin ders kaynaklarını en çok ve çeşitli kullandıkları ders/dersler

Tema	Kodlar	Öğretmen Görüşleri
Kaynakları en çok ve çeşitli kullandıkları ders	Matematik dersinde kaynak çeşitliliği	Ö1: İlkokul için tüm derslerde kaynak çeşitliliği fazla ama öne çıkan bir ders söyleyecek olursam matematik. En az ise Beden Eğitimi, Müzik ve Resim dersi diyebilirim. Ö14: Her kaynağa yer vermeye çalışıyorum, özellikle matematik derslerinde kaynakları çeşitli kullanıyorum.
	Fen Bilimleri dersinde kaynak çeşitliliği	Ö15: Türkçe ve Fen Bilimleri dersinde kaynak çeşitliliğim çok fazla iken Matematik ve Sosyal Bilgiler dersinde daha sınırlı olabiliyor. Ö17: İlkokulun 4 kademesini düşünürsek en çok Matematik ve Fen Bilimleri dersinde kaynak çeşitliliğine önem veriyorum.
	Türkçe dersinde kaynak çeşitliliği	Ö9: Matematik ve Türkçe derslerinde kaynak çeşitliliğine önem veriyorum. Ö5:(...) Kaynak çeşitliliğinin en az ise Türkçe dersinde olduğunu düşünüyorum. Çünkü ders kitabının genel olarak metinler üzerine kurulu olması kaynak kullanımını sınırlandırıyor.
	Sınırlı kaynak çeşitliliği olan dersler (beceri dersleri: Beden Eğitimi, Müzik, Görsel sanatlar)	Ö:8: Beden Eğitimi ve Görsel Sanatlar derslerinde kaynak çeşitliliği diğerlerine göre daha az, uygulamalı yöntemler daha çok kullanılır bence. Ö3:(...)Matematik ve Türkçe dersinde kaynak çeşitliliği çok iken Görsel Sanatlar, Beden Eğitimi, Müzik gibi beceri derslerinde daha az kaynak kullanıyorum.

Tablo 4'e göre öğretmenler, en fazla kaynak çeşitliliğini Matematik, Fen Bilimleri ve Türkçe derslerinde kullanmakta; buna karşın beceri temelli gibi beceri temelli derslerde kaynak çeşitliliğinin sınırlı olduğunu ifade etmektedir.

Öğretmenlerin Ders Kaynaklarına Erişimde Karşılaştıkları Durumlara İlişkin Bulgular

Tablo.5: Ders kaynaklarına erişimde karşılaşılan durumlara yönelik öğretmen görüşleri

Tema	Kodlar	Öğretmen Görüşleri
Erişimde karşılaşılan durumlar	Maddi engeller	Ö3: En büyük zorluk maddi olarak karşılamakta güçlük çekiyor olmamız. Daha fazla etkinlik yapmak isterken her şeyin ateş pahası olduğu bu dönemde daha ekonomik kaynaklara yöneliyoruz. Ö4: Ders kitaplarındaki soru ve etkinlikler çok az olduğu için yardımcı kaynaklara ve dijital çalışmalara yöneliyoruz. Bu da maliyetli oluyor.
	Altyapı ve konum kaynaklı erişim sorunları	Ö8: Özellikle dijital kaynaklarda internet kesintileri en büyük zorluk bence. Ö13: Bazen istenilen kaynaklara erişim konusunda sıkıntılar yaşayabiliyoruz. Bunun en önemli sebeplerinden biri, eğitim verdiğimiz yerin uzak olması nedeniyle kaynaklara geç ulaşabilmemiz. Ayrıca, internet bağlantısında yaşanan aksaklıklar, dijital kaynaklara erişimi zorlaştırabiliyor.
Erişimde karşılaşılan durumlar	Avantajlı durumlar	Ö1: Günümüzde her türlü bilgiye veya kaynağa erişim daha da kolaylaştığı için böyle bir zorluk yaşamıyorum. Ö17: Merkezi bir yerde çalıştığım için kaynak konusunda çok bir zorlukla karşılaşmıyorum.

Tablo 5'e göre öğretmenlerin ders kaynaklarına erişiminde en çok karşılaştıkları sorunlar maddi yetersizlikler ve dijital altyapı eksiklikleridir; ancak merkezi konumda görev yapan bazı öğretmenler, kaynaklara erişimin artık oldukça kolaylaştığını ifade etmiştir.

Öğretmenler Arasında Kaynak Paylaşımına İlişkin Bulgular

Tablo.6: Öğretmenler arasında kaynak paylaşımına yönelik görüşler

Tema	Kodlar	Öğretmen Görüşleri
Kaynak paylaşımı yöntemleri	Dijital platformlar üzerinden paylaşım	Ö:3 Kırtasiyeden alınan örnek kitapların içerisinden beğenilen içerikler ve sitelerdeki güzel etkinlikler WhatsApp ve Telegram yoluyla paylaşılıyor. Ö4: Evet yapılıyor. Çıktılar basılı olarak paylaşılıyor veya PDF olarak internet üzerinden paylaşılıyor.
	Okul içi ve zümre temelli paylaşımlar	Ö2: Okulumda kaynak paylaşımı yapılıyor. Daha çok zümreler arasında olmakla birlikte, özellikle daha tecrübeli (uzun zamandır bu mesleği yapan) öğretmenler tarafından bizlerle kaynak ve deneyim paylaşımı yapılıyor. Ö16: Okulumda, özellikle okuma kitapları konusunda zümreler ve farklı sınıf seviyeleri arasında paylaşımlar yüksek seviyede olmakla birlikte ders anlatım ve somutlaştırma amacıyla da zümre öğretmenleri arasında paylaşım yapılmaktadır.
	Arkadaş çevresi ve meslektaş ağları	Ö5: Okulumda tek öğretmen olduğum için kaynak paylaşımı yapamıyorum. Çevremdeki öğretmenlerle ise beğendiğimiz etkinlikleri sosyal medya üzerinden birbirimize göndererek kaynak paylaşımı yapıyoruz. Ö8: Öğretmenler arasında, arkadaş ortamlarımızda mutlaka paylaşımda bulunuyoruz. Farklı şehirlerde olan arkadaşlarımız ile WhatsApp üzerinden bilgi paylaşımında bulunuyoruz. KODA (Köy öğretmenleri değişim ağı) üzerinden de çok kıymetli paylaşımlar yaparak birleştirilmiş sınıflı öğretmenler olarak birbirimize destek oluyoruz.

Tablo 6'ya göre öğretmenler ders kaynaklarını dijital platformlar (WhatsApp, Telegram, sosyal medya), okul içi zümreler ve arkadaş çevreleri aracılığıyla paylaşmaktadır. Özellikle deneyimli öğretmenlerin daha fazla kaynak sunduğu ve birleştirilmiş sınıflarda görev yapanların mesleki paylaşım ağlarından (KODA) yararlandığı görülmektedir. Bu paylaşımlar hem içerik zenginliği sağlamada hem de mesleki dayanışmayı güçlendirmede önemli rol oynamaktadır.

Öğretmenlerin Ders Kaynaklarına Erişimde Destek ve İyileştirme Önerilerine İlişkin Bulgular

Tablo.7: Öğretmenlerin ders kaynaklarına erişimde destek ve iyileştirme önerileri

Tema	Kodlar	Öğretmen Görüşleri
Destek ve iyileştirme önerileri	Dijital platformların geliştirilmesi	Ö1: Ortak bir web sitesi oluşturulup tüm öğretmenlerin yararlanabileceği kaynak ve araştırma yazıları paylaşılabilir. Ö8: Tüm öğretmenlerin erişebileceği merkezi bir dijital kütüphane oluşturulabilir, öğretmenler için kaynak paylaşımı yapabilecekleri bir online topluluk oluşturulabilir, EBA'nın içeriği artırılmalı ve güncellenmelidir.
	Kaynak havuzlarının oluşturulması	Ö3: Her okulda okulun katkı sunduğu kaynak havuzu yapılabilir. Bunların çoğaltılması konusunda destek verilebilir. Ö11: Tüm öğretmenler için merkezi bir dijital platform oluşturulmalı, burada kaynakların paylaşımı sağlanmalı ve güncel materyaller sunulmalıdır.
	Erişilebilirlik ve maddi desteğin artırılması	Ö6: Köy okullarında kaynak erişimi merkeze nazaran daha zor olduğundan öğretmenlere maddi destek veyahut ücretsiz kaynak erişimi sağlanabilir. Ö13: İçerik bakımından zengin eğitim platformlarının, öğretmenler ve öğrenciler için daha uygun fiyatlı hale getirilmesi önemli. Çünkü bazı platformlar yüksek maliyetli olduğu için, erişim konusunda sıkıntılar yaşanabiliyor.
	Altyapının güçlendirilmesi	Ö9: Öncelikle köy okullarında internetten kaynaklı yaşanan sorunlara kalıcı çözümler bulunarak işe başlanmalıdır. Ö10: Dijital anlamda EBA'nın ve ÖBA'nın daha da zenginleştirilmesi gerekiyor. Okulların internet altyapısının dijital kaynaklara erişim sağlayacak seviyeye getirilmesi gerekiyor.
	Öğretmenlere destek ve iş birliklerinin artırılması	Ö15: Kaynaklara erişim açısından aldığımız desteği olumlu buluyorum fakat yeterli bulmuyorum. Özellikle materyal çeşitliliği ve dijital altyapı konusunda daha fazla destek verilebileceğini düşünüyorum. Ö17: MEB bu konuda öğretmenlerin kaynakları değerlendirebileceği, önerilerde bulunabileceği ve deneyimlerini paylaşabileceği bir topluluk alanı oluşturabilir.

Tablo 7'ye göre öğretmenler, dijital platformların geliştirilmesi, okul ve merkezi düzeyde kaynak havuzlarının oluşturulması, kırsal bölgelerde erişilebilirlik ve maddi desteğin artırılması, altyapı

sorunlarının çözülmesi ve mesleki iş birliklerinin güçlendirilmesi yönünde önerilerde bulunmuştur. Bu öneriler, kaynaklara erişimde fırsat eşitliğini ve içerik kalitesini artırmaya yöneliktir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Sınıf öğretmenlerinin ders kaynaklarına erişim sürecine ilişkin görüşlerinin belirlenmesi amaçlanan bu çalışmada, öğretmenlerin dersin planlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi aşamalarında ihtiyaç duydukları kaynaklara nasıl ulaştıkları, tercih ettikleri kaynak türleri ve bu süreçte karşılaştıkları durumlara ilişkin elde edilen bulgular ile literatürdeki benzer çalışmaların bulguları ile örtüşmektedir. Analizler sonucunda, sınıf öğretmenlerinin basılı ve dijital ders kaynaklarına erişim yolları, kaynak seçiminde dikkate aldıkları ölçütler, erişim sürecinde karşılaştıkları durumları, en çok hangi derste kaynak kullandıkları, öğretmenler arası kaynak paylaşımı ve kaynaklara erişimin desteklenmesine yönelik beklentiler gibi çeşitli konularda bulgulara ulaşılmıştır. Bulguların bazıları ilgili literatüre yeni katkılar sunabilir.

Araştırmanın bulguları, sınıf öğretmenlerinin ders kaynaklarına erişimde hem basılı hem dijital materyalleri kullandıklarını; ancak dijital içeriklerin erişim kolaylığı, çeşitlilik ve ekonomik oluşu nedeniyle daha fazla tercih edildiğini göstermektedir. Özellikle çevrim içi platformlar, sosyal medya grupları ve eğitim içerikli web siteleri, öğretmenler için başlıca kaynak edinme araçları hâline gelmiştir. Ancak öğretmenlerin dijital kaynaklara yönelimi yalnızca pratiklikten ibaret değildir; kaynak seçiminde müfredata uygunluk, öğrencinin gelişim düzeyine hitap etme, içeriklerin sade ve anlaşılır olması, bilimsel güvenilirlik ve dil bilgisi yeterliliği gibi çok boyutlu pedagojik ölçütler belirleyici rol oynamaktadır. Bu bulgular, Kaya, Şahin ve Demir'in (2024) dijital kaynak kullanımındaki bilinçli tercihlere ve stratejilere ilişkin sonuçlarıyla örtüşmektedir. Ayrıca, Köde ve Çoklar (2020) ile Sağır'ın (2018) araştırmaları da öğretmenlerin kaynak seçiminde eğitsel kaliteye, öğrenciye uygunluğa ve müfredatla bütünlüğe dikkat ettiklerini ortaya koyarak bu durumu desteklemektedir. Bu doğrultuda öğretmenlerin, kolay erişilebilen değil; aynı zamanda nitelikli, güvenilir ve öğrenme sürecine katkı sağlayacak kaynaklara yönelindikleri söylenebilir.

Öğretmenlerin kaynaklara erişimde karşılaştıkları başlıca durumların; zaman yetersizliği, maddi imkânsızlıklar, dijital altyapı eksiklikleri ve özellikle kırsal bölgelerde görev yapan öğretmenlerin, dijital ve basılı kaynaklara ulaşmakta güçlük çektikleri; buna karşın merkezi konumda görev yapan öğretmenlerin bu konuda daha avantajlı olduğu görülmüştür. Atalay ve Anagün'ün (2014) kırsal bölgelerde bilgi ve iletişim teknolojilerine erişimde yaşanan güçlükleri vurguladığı bulgular, bu araştırmayı desteklemektedir. Bu bağlamda, kaynak erişiminde bölgesel farklılıkların öğretim sürecini etkileyen önemli bir unsur olduğu görülmektedir.

Öğretmenlerin en çok Türkçe, Matematik ve Fen Bilimleri derslerinde kaynak kullandıklarını; Beden Eğitimi, Müzik ve Görsel Sanatlar beceri temelli derslerde ise daha çok etkinlik ve uygulamaya dayalı kaynaklara yönelindiklerini göstermektedir. Bu bulgu, içerik yoğun derslerde öğretim sürecini desteklemek amacıyla kaynak çeşitliliğine duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

Öğretmenlerin kaynak paylaşımında özellikle WhatsApp ve Telegram gibi dijital platformları aktif olarak kullandıklarını göstermiştir. Bu dijital ağlar, hem materyal paylaşımı hem de mesleki etkileşim açısından öğretmenler arasında güçlü bir iletişim kanalı işlevi görmektedir. Yılmaz, İlgar, Ekinci ve Bağcı'nın (2023) araştırması, çevrim içi ortamlarda algılanan sosyalleşmenin bilgi paylaşımını olumlu etkilediğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, öğretmenlerin dijital iletişim araçlarını kullanarak hem kaynak paylaşımı yaptıklarını hem de mesleki etkileşimlerini artırdıklarını göstermektedir.

Araştırma bulguları doğrultusunda aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

1. Ders kaynaklarının merkezi olarak paylaşılabilceğı, müfredata uygun, etkileşimli ve seviyeye göre filtrelenebilir bir ulusal kaynak havuzu geliştirilebilir.
2. Kırsal bölgelerde görev yapan öğretmenler için düşük bant genişliğiyle çalışan, çevrim dışı erişilebilen kaynak paketleri hazırlanarak altyapı eksikliklerinin etkisi azaltılabilir.
3. Öğretmenlerin ihtiyaçlarına göre içerik önerisi sunabilecek yapay zekâ destekli içerik öneri sistemleri geliştirilebilir.
4. EBA gibi platformlara, öğretmenlerin çevrim içi derslerde kullanabileceğı etkileşimli dijital araç-gereçler (iletke, gönye, cetvel vb.) entegre edilebilir.
5. Beceri temelli dersler için video tabanlı içerikler ve uygulama rehberleri geliştirilerek öğretmenlerin etkinlik hazırlığı desteklenebilir.
6. Öğretmenlerin yalnızca içerik tüketicisi değil, aynı zamanda içerik üreticisi olarak da sürece aktif biçimde katılımını teşvik eden ders kaynağı geliştirme atölyeleri oluşturulabilir.

KAYNAKÇA

- Alakoç, Z. (2003). Matematik öğretiminde teknolojik modern öğretim yaklaşımları. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(2), 43-49.
- Altun, A., & Ata, B. (2008). Türkiye’de Sosyal Bilgiler Eğitim Anabilim Dalındaki akademisyenlerin ve öğretmen adaylarının başvuru kitapları üzerine düşünceleri. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (2), 27-45.
- Altuntaş, S. (2007). *Eğitimin temel kavramları*. Z. Cafoğlu (Ed.), *Eğitim bilimine giriş* (s. 15). Grafiker Yayınları.
- Atalay, N., & Anagün, Ş. S. (2014). Kırsal alanlarda görev yapan sınıf öğretmenlerinin bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımına ilişkin görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 2(3), 9-27.
- Britton, B. K., Woodward, A., & Binkley, M. R. (Eds.). (1993). *Learning from textbooks: Theory and practice*. Psychology Press.
- Creswell, J. W. (2018). *Nitel araştırma yöntemleri: Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni* (M. Bütün & S. B. Demir, Çev.). Siyasal Kitabevi.
- Dilekçi, A. (2024). Türkçe derslerinde kullanılan yardımcı kaynak kitap ve materyallerin incelenmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 28(2), 495-508.
- Doğdu, S., & Aslan, Z. (1993). *Eğitim teknolojisi uygulamaları ve eğitim araç-gereçleri*. Tekışık Ofset.
- Gül, K. S., & Marulcu, İ. (2014). Yöntem olarak mühendislik-dizayna ve ders materyali olarak legolara öğretmen ile öğretmen adaylarının bakış açılarının incelenmesi. *Turkish Studies - International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9(2), 761-786.
- Hatch, J. A. (2002). *Doing qualitative research in education settings*. SUNY Press.
- Karoğlu, A. K., Bal, K., & Çimşir, E. (2020). Toplum 5.0 sürecinde Türkiye’de eğitimde dijital dönüşüm. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 147-158.

- Kaya, A., Şahin, Ç., & Demir, D. (2024). Sınıf öğretmenlerinin dijital okuryazar olma durumları. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 12(4), 818-834.
- Köde, K., & Çoklar, A. N. (2020). Öğretmenlerin dijital ve dijital olmayan materyalleri seçim ve kullanım kriterlerinin incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 18(2), 893-909.
- Liamputtong, P. (2009). Qualitative data analysis: Conceptual and practical considerations. *Health Promotion Journal of Australia*, 20(2), 133-139.
- Marshall, C., & Rossman, G. B. (2014). *Designing qualitative research*. Sage Publications.
- Merriam, S. B. (2015). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber* (S. Turan, Çev.). Nobel.
- Merriam, S. B., & Grenier, R. S. (2019). *Qualitative research in practice: Examples for discussion and analysis*. Jossey-Bass.
- Ornstein, A. C., & Lasley, T. J. (2000). *Strategies for effective teaching* (3rd ed.). The McGraw-Hill Companies.
- Pişkıntunç, M., Durmuş, S., & Akkaya, R. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde somut materyalleri ve sanal öğrenme nesnelerini kullanma yeterlikleri. *MATDER Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 13-20.
- Sağır, Ş. U. (2018). Sınıf öğretmenlerinin fen bilimleri kılavuz kitap seçim kriterlerinin belirlenmesi. *Kastamonu Education Journal*, 26(2), 391-402.
- Şimşek, H., & Yıldırım, A. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yalın, H. İ. (2020). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme* (30. baskı). Nobel Yayın Dağıtım.
- Yılmaz, B., İlgar, H. H., Ekinci, N., & Bağcı, H. (2023). Çevrimiçi öğrenme ortamında algılanan sosyalleşme düzeyinin bilgi paylaşma davranışına etkisi. *Journal of Interdisciplinary Education: Theory and Practice*, 5(2), 140-154.
- Yılmaz, M. (2024). Yardımcı ders kitabı kullanımına ilişkin sınıf öğretmenlerinin görüşlerinin değerlendirilmesi. *Social Mentality and Researcher Thinkers Journal (SMART JOURNAL)*, 6(32), 804-811.

Fanonian Double Consciousness in Abdulrazak Gurnah's *By the Sea*

Suraya YAVUZ¹, Şule ÖZÜN²

¹E-mail: suraya.yavuz@gmail.com; Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, İngiliz Dili ve Edebiyatı Bölümü, Isparta / Türkiye.

²E-mail: suleozun@sdu.edu.tr; Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, İngiliz Dili ve Edebiyatı Bölümü, Isparta / Türkiye.

Özet

Bu çalışma Abdulrazak Gurnah'ın *Deniz Kenarında* adlı eserinde Fanoncu çifte bilinci araştırmaktadır. Romanın, kimlik krizi yaşayan Afrikalı diaspora bireylerinin iç ve dış mücadelelerine dair benzersiz bir bakış açısı sunduğunu göstermeyi amaçlamaktadır. Çalışma, çifte bilinç deneyiminin sömürgecilik sonrası bireylerde aktif olarak çok yönlü psikik travmalara yol açtığını, dolayısıyla onların psikolojisini, fizyolojisini, duygularını ve davranışlarını etkilediğini öne sürüyor. Postkolonyal Teoriye sağlam bir şekilde dayanan araştırma, ağırlıklı olarak psikolojik ve tarihsel yönelimi benimseyen metinsel bir analiz kullanıyor. Bu makale, "utanç, suçluluk ve korku yükü" ile "beyazlığın ulaşılabilirliği" gibi kritik faktörleri açıklayarak Fanoncu çifte bilince ilişkin daha bütünsel ve incelikli bir anlayış geliştirmeye çalışmaktadır. Ayrıca, ötekileştirme, taklitçilik ve melezlik gibi temel postkolonyal kavramları kapsamlı analitik çerçevesine stratejik olarak entegre ederek olgunun çok katmanlı doğasını ortaya çıkarmayı da amaçlıyor.

Anahtar Kelimeler: Afrika Diasporası, Arada kalmışlık, Çifte bilinç

Abstract

This study seeks to examine Fanonian double consciousness in Abdulrazak Gurnah's *By the Sea*. It aims to demonstrate that the novel presents a unique perspective on the internal and external struggles of African diasporic individuals experiencing identity crisis. The study posits that the experience of double consciousness actively induces multifaceted psychic traumas in postcolonial subjects, thereby affecting their psychology, physiology, emotions and behaviour. Grounded firmly in Postcolonial Theory, the research employs a textual analysis that adopts a predominantly psychological and historical orientation. This paper endeavours to develop a more holistic and nuanced understanding of Fanonian double consciousness by elucidating critical factors such as the "burden of shame, guilt, and fear" as well as the "unattainability of whiteness". It also seeks to reveal the phenomenon's multi-layered nature by strategically integrating key postcolonial concepts, including *othering*, *mimicry*, and *hybridity*, into its comprehensive analytical framework.

Keywords: African Diaspora, Double consciousness, In-betweenness

INTRODUCTION

Although the era of formal colonial rule has predominantly ended, economic, social, political and cultural legacies of colonialism remain pervasive in contemporary society. Postcolonial literature and theory examine these legacies to critique and respond to them. The core focus of both is mainly cultural legacies, particularly complexities of identity formation and identity crisis. Double consciousness, which is a sense of fragmented self, lies at the heart of these identity-related complexities. The concept was introduced by W. E. B. Du Bois, a famous sociologist and historian, first in his article *Strivings of the Negro people* in 1897 and then in his book *The Souls of Black Folk* (1903) though the term had already been used in philosophy, psychology and medicine even before that. Du Bois used the term to refer to the sense of internal twoness experienced by African Americans. He defined it as “two souls, two thoughts, two unreconciled strivings; two warring ideals in one dark body” and as “[the] sense of always looking at one’s self through the eyes of others, of measuring one’s soul by the tape of a world that looks on in amused contempt and pity” (p. 8). After Du Bois, the concept of double consciousness has been applied to a more diverse experiences of various racial and marginalized groups in oppressive white society. For instance, Frantz Fanon, in his book *Black Skins, White Masks* (1986), expanded on the concept to describe the internal duality experienced by colonized people, especially those in Algeria. While Du Bois explored philosophical and social dimensions of double consciousness, Fanon examined the phenomenon through the lens of not only sociology and philosophy but psychology and psychoanalysis as well. Hence, Fanon’s perspective on the concept offers a broader and more powerful framework to explore and analyse postcolonial individuals’ complexities of identity formation and identity crisis. However, his perspective can be broadened by elucidating critical factors such as the “burden of shame, guilt and fear” as well as the deeply felt “unattainability of whiteness” and also by strategically integrating key postcolonial concepts, including *othering*, *mimicry* and *hybridity*, into its comprehensive analytical framework. This allows the development of a more holistic and nuanced approach to double consciousness for it illuminates the phenomenon’s intricate nature and multi-layered dimensions. In order to understand how double consciousness acts as a psychological distress causing trauma and negatively affecting many aspects of Black people’s lives tremendously, the major factors that lead or contribute to its development, exacerbation and perpetuation needs to be comprehended first. Since Black people are constantly *otherized*, devalued and demonized even in contemporary society, they experience psychological, physiological, emotional and behavioural changes. For instance, according to Pew Research Center data, approximately eight out of ten Black Americans say that they have been personally subjected to racism and discrimination while 68% of them report that

discrimination is the primary factor that limits their progress (Cox & Edwards, 2022). Also, a new survey conducted in France reports that nine out of ten Blacks or people of mixed racial backgrounds struggle with racial discrimination consistently and that about 49% of Blacks have been a target of verbal abuse or insult (La Croix International, 2023). In essence, they are exposed to racial oppression so much so that they eventually start to internalize it. Internalization of the these racialised stereotypes of dominant white society, naturally, causes anxiety, depression, alienation, self-reproach, immense shame, internal conflict, inferiority complex and a sense of fractured self within them. The unbearable “burden of shame” that they feel for their Black identity causes psychic trauma in them and hence, it forces them to *mimic* White people’s language, clothes, attitude, values and lifestyle. Using *mimicry* as a survival strategy then leads to a feeling of *in-betweenness*, which is a realm of negotiation, tension and collision between two identities. In this “third space” *hybrid identities* start to emerge. In postcolonial studies *hybrid identities* are “celebrated and privileged as a kind of superior cultural intelligence” (Hoogvelt, 2001). In fact, postcolonial theorists often assert that *hybridity* is a positive and productive result of blended cultures (Tyson, 2006). However, hybrid forms of identity created by external imposition should not be equated with authentic cultural identities that change and evolve over time. The reason is because *hybridity* developed to ease the pain of the “burden of shame” often culminates in fractured, inauthentic, incohesive and incomplete identity. Another negative aspect is that these hybrid individuals can equate *mimicry* with betraying their own community and therefore carry the “burden of guilt and/or fear” within themselves. This “burden of guilt and fear” can be two of the primary factors contributing to their further alienation, isolation, anxiety and depression. Furthermore, eventually, when these hybrid individuals realize that they can never attain the imposed identity “that they were taught to desire”, they experience another psychic trauma. At this stage they feel stuck *in-between* two identities because their cultural identity brings about the unbearable “burden of shame” while the imposed white identity proves to be unattainable in the end. This painful state of *double consciousness* can generate various complex psychological problems which then can cause complications in physiology, emotional well-being and social life of the oppressed. If the oppressed are *subaltern* groups, that is if they are deprived of the right to represent and speak for themselves or if they are misrepresented by some dominant group, the intensity of the experience of double consciousness increases even more. At this stage, it turns into a vicious cycle which is very unlikely to be manageable even with professional help. Therefore, much more research needs to be conducted to reveal the intricate nature of the phenomenon along with its detrimental implications. This research, aims to analyse Abdulrazak Gurnah’s *By the Sea* – a work hitherto unexamined through the distinct lens of Fanonian double consciousness – to fill this gap by revealing the subversive psychological, physiological, behavioural and emotional implications of the phenomenon. It also aims to uncover the novel’s unique and illuminating perspective on the African diasporic individuals’ identity crisis. Enhancing the understanding of the major factors that lead or

contribute to the development, exacerbation and perpetuation of double consciousness, its multifaceted nature as well as its various manifestations in different aspects of life is crucial because it will help us develop the necessary strategies and policies to deal with them accordingly. It will also provide us with the significant steps required to be taken in order to make the necessary changes in social and political structures for a more peaceful and just world.

A SENSE OF INTERNAL TWONESS IN *BY THE SEA*

Abdulrazak Gurnah's novel *By the Sea* (2001) deals with colonial and postcolonial experiences of some characters from Zanzibar, particularly those of Saleh Omar and Latif Mahmud. The novel portrays poignant experiences of these two characters as an asylum seeker and a refugee in the United Kingdom. It displays the brutalities of colonial rule and its subversive impacts on the lives of the formerly colonized people. The major themes in the novel include but are not limited to physical and psychological displacement, collective and personal trauma, identity crisis, double consciousness, guilt, secrets, burden of shame and memory gaps. The novel delineates how double consciousness manifests in different aspects of the characters' lives negatively affecting their self-image and the quality of their lives. Both of them are subjected to constant racial oppression and otherization. Soon they end up internalizing this racial oppression and develop "inferiority complex" within themselves. With "inferiority complex" comes "burden of shame" and this causes tremendous trauma in the characters. All these combined together lead or contribute to further development of serious psychological problems along with their physiological effects. Therefore, the characters feel a need to ease the "burden of shame" by imitating the oppressor's speech, lifestyle, attitude, and language. According to Fanon, "every people in whose soul an inferiority complex has been created by the death and burial of its local cultural originality – finds itself face to face with the language of civilizing nation" (1986, p. 18) which pinpoints to the fact that after "epidermalization" – internalization of inferiority complex – the colonized adopts White man's language at the expense of his own cultural heritage. In the novel, both main characters master English language hoping to ease their "burden of shame" and become like White people. Saleh, for example, expresses his wish to be part of the white world with the following words "May you not lose patience with this suppliant, and may you be kind enough to press that stamp in my joke passport and let me sniff the values of Europe's generations, alhamdulillah" (2001, p. 13). This shows how much he wanted to be accepted to the allegedly superior society that actually devalues him to the core. Fanon also asserts that "the black man has two dimensions" as the direct outcome of colonialism, which means that the black man's behaviour and manners when he is with his fellow brothers and when he is in contact with white people are not the same (1986, p. 17). Indeed, neither Saleh nor Latif maintains the same attitude that they have toward their Black fellows when encountering White people. When they interact with White individuals, they seem to be more

reserved. Fanon also emphasizes that even the Black man's desire for a white woman stems from the desire to be recognised as a white man, to prove that he deserves "white love", "white culture, white beauty, white whiteness" (p. 63). It shows that although this desire for a white woman can be interpreted as a resistance to the colonial power and everything it represents, it is essentially about the endeavour to prove to himself, to his fellows but most importantly to oppressive white society that a "Negro" deserves to be treated as equal. Latif, for instance, chooses White women over Black women but he has ambivalent feelings for them. He explains to Saleh that he actually hates his old girlfriend though without any rational reason. His choice of White women over Black women may indeed be his endeavour to prove to himself and the people around him that he deserves to be loved like any White man does. It may as well be his endeavour to avenge for what White people did to his ancestors. The trauma he and Saleh experience as the result of the unbearable "burden of shame" that they have for their Black identity also causes other complications. Studies show that trauma can deeply affect "decision-making abilities" of an individual (Finch, 2024, para. 1). In the novel, both main characters are witnessed to suffer from *indecisiveness* and *in-betweenness* which affect their lives tremendously. For instance, Latif is torn between his cultural identity and imposed identity, his homeland and host land, his past and present, his love and hatred for his family members, for Saleh Omar and even for his White girlfriend, and also his being right and wrong about the decisions he has made. Examples of their indecisiveness include the cases when Saleh is confused about whether it is better to respond or to keep silent, whether or not he should trust Hussein, whether he should take the possession of the house of Mr Shaaban, whether he should accept to go out for dining or not, whether he should confront Latif or not, whether the immigrant official is really concerned about him or not, whether his account of the past truly reflects the events or not, whether visits of Rachel who is a social worker in the UK, is good for him or not. In Latif's case, his double consciousness manifests as "indecisiveness" when he is not sure whether he, as an interpreter, should help an asylum seeker who is from his own home country, whether or not he should go to Saleh's house to ask him about the past traumatic events, whether he should believe in Saleh's account of the past or not, whether his the things he thinks he remembers clearly truly happened or not, whether he chose the correct or wrong profession for himself. This indecisiveness exacerbates *internal conflict* and painful twoness within him. Saleh too suffers from the same *internal conflict* and *in-betweenness*. Additionally, the fact that they are members of *subaltern* groups, also contributes to the exacerbation of their double consciousness. Moreover, while trying to be part of the white world, both Saleh and Latif feel "burden of guilt and fear" which forces them isolate themselves from their community both physically and psychologically. For instance, Latif *fears* of being judged by his own people for becoming like White people while Saleh feels the "burden of guilt" for favouring his European customers and for emulating them. He is openly criticized for trying to be like them: "Yes, people said you were very fond of the British", "They said you licked the British arses, that

you were a colonial stooge” (2001, p. 156). Both of them adopt White people’s values at the expense of their own cultural identity. However, they soon realize that no matter how much they master the language of the oppressor, do what is appreciated in the host land, attempt to assimilate into the society by adopting their values and norms, they will still be perceived as “outsiders” who are "inferior" to White individuals. This realization causes another psychic trauma in them. Latif experiences more severe form of this trauma than Saleh. When he is called “a grinning blackamoor” by an old White man in the street he experiences utmost shock (p. 71). Saleh too realizes that the imposed white identity is unattainable and that people like him are never considered as equals to White individuals. All these exacerbates not only their double consciousness but also their anxiety, depression, isolation, alienation, the feeling of hopelessness and worthlessness. The psychic traumas that they experience due to their “painful state of twoness” leads to many other psychological, physiological, behavioural and emotional complications. For instance, neither Saleh nor Latif has a strong memory which can be an indirect implication of the traumas generated by their double consciousness. Saya Des Marais, a former therapist, states that “[the] hippocampus — an area of the brain responsible for memory — is very sensitive to stress and trauma” and hence, “people who’ve experienced trauma, especially if they have PTSD, often experience a reduced functioning of their hippocampus, which can affect their working memory” (2025). Also, people who experience trauma “may be more prone toward confabulation”, which is a term to refer to “false memories created to address gaps in memory” (Brown et al., 2017). This explains why they both find it difficult to remember certain things or why Latif remembers things that Saleh claims could not have happened at all. For instance, Saleh says: "I have a memory of it, of you walking round that pile of furniture”, “Perhaps I wished that too”, “Let’s say for the moment that I imagined it... But it seems so strange to have a picture” (2001, pp. 242-243). People who develop confabulated memory can “have confidence in its accuracy”, however, their confidence in their confabulation should not be considered “as an indicator of the memory’s accuracy (Brown et al., 2017, 3). Latif says: “It sounded grand to my ears as I told it, and I found that as I recalled the journey for him, I remembered sights and details that I had not noticed at that time. Or perhaps I was adding them in because that was what I would have seen had I been more alert” (2001, p. 139). Latif also finds it difficult to remember many facts and events: “I don’t even know if I remember that day” (p. 168), “I don’t remember which yet, but I’ll find it” (p. 170), “I’d forgotten so much” (p. 193), “I didn’t remember, but it didn’t seem such a big thing not to remember” (p. 209). Their hazy and confabulated memory causes more confusion in them which, naturally, leads to further anxiety and frustration. It also contributes to the exacerbation and perpetuation of their double consciousness. Furthermore, Both Saleh and Latif suffer from weak immune system which can also be an indirect effect of the double consciousness on their physiology. Although Saleh regards it as a sign of his growing old age, its reason can be more about his double consciousness than his age because firstly, his physical and emotional exhaustion is constant and secondly, Latif too has a weak immune

system despite the fact that he is much younger than Saleh. The fact that they both suffer from it shows that they have a common experience which manifests as a physiological problem. Since their common experience is double consciousness, it is very likely that it is the reason behind their constant feeling of weariness. In fact, studies show that “trauma can cause changes to the immune system” (Forman, 2024, para. 29). As a result of weak immune system, they both fall ill easily, and experience persistent physical, mental and emotional exhaustion. They both show symptoms of irritable bowel syndrome (IBS) though not consistent and persistent. For instance, Latif says: “I was suffering from diarrhoea” (2001, p. 91), “I was too ill to care to remember about his strange behaviour that afternoon. For it turned out that my diarrhoea was something worse, and I passed into a delirium of fever and painful evacuations that lasted for days” (p. 92). Saleh also experiences diarrhoea, but he believes it is because of the beans he eats: “I had not been able to wash myself properly after the big ablution, especially as the beans had given me the runs as they always did” (p. 57). Studies show that people who undergo trauma and develop PTSD are almost 3 times more likely to experience IBS than other people (Ng, et al., 2019). Saleh also says: “Later in the afternoon I began to feel ailing and delirious” (2001, p. 59), “I rose carefully, so that I should not stumble in my weariness and let him think me feeble” (p. 193). Their double consciousness also negatively affects their social interactions. Hence, almost all Black characters, but mainly Saleh and Latif find it difficult to foster healthy relationships. Their emotional numbness and inability to connect with others are two factors that reinforce each other. Thus, they end up being alienated and isolated even more. Both characters desperately feel a need to talk over their conflicting accounts of the past events despite the fact that neither of them really feels comfortable with it. The reason is because for a healing process to start or for it to be successful, it is important for individuals with PTSD “to process memories and information” related to their trauma (PTSDUK, n.d., para. 20). The more they talk, the better they feel because they finally start to process their traumatic memories. Listening to each other's accounts of the past events despite the fact that they are conflicting, helps them fill the memory gaps which then eases their psychological and emotional burden.

CONCLUSION

By the Sea is a novel which offers a unique perspective on the internal and external struggles experienced by African diasporic individuals with identity crisis. The two main characters of the novel Saleh Omar and Latif Mahmud develop internal twoness which profoundly affects their lives negatively. The reason why they develop double consciousness is the collective, personal and interpersonal traumas generated by the racism and discrimination that they are exposed to. They become hybrid characters who seem to have two identities. However, their hybridity is not the harmonious blend of two cultures but is the state of “neither this nor that”. In other words, they feel stuck in between two identities not because they

have two identities and are unable to choose one but because they can have neither of them fully in reality. The reason is because they cannot embrace their own cultural identity for it brings about “burden of shame”, neither can they achieve the imposed identity for it proves to be unattainable in the end. The “burden of shame” is generated once they internalize the racism and discrimination that they face. To ease the burden, both of them alienate themselves from their cultural identity, homeland, community and try to *mimic* the oppressor – the dominant white society – by mastering their language, embracing their values and imitating their lifestyle. However, during this process they feel *fear* of being judged by their own community for “betraying” them by mimicking the White people. They also feel *guilty* for it because they unconsciously know that mimicking the oppressor means accepting the “inferiority” of his own people. Therefore, to avoid being judged and ridiculed by their own community, they start to isolate themselves from their community. However, this induces more anxiety and depression in them which reinforces their feeling of isolation. Furthermore, they eventually realize that no matter how well they *mimic* their former colonizers, they are still be considered as “blackamoors” who are not only unequal to White people in rights, status, emotions and intelligence but also “less than a human” as well. This realization also causes psychic trauma in them which manifests as physical, psychological, physiological and emotional issues later on. The double consciousness that they develop also leads to many other psychological problems such as *internal conflict*, *inferiority complex*, *in-betweenness*, *indecisiveness*, and *confusion*. These implications of double consciousness then manifest as physiological, behavioural and emotional issues which also reinforce their sense of fractured self even further. Hence, both of them suffer from *hazy memory*, *confabulation*, *weak immune system*, *irritable bowel syndrome*, *physical, mental and emotional exhaustion*, *alienation*, *isolation*, *code-switching*, *emotional instability* and *interpersonal problems*. All these, naturally, negatively affect the quality of their lives. In order to understand what more negative effects double consciousness can have on the lives of postcolonial individuals, further research needs to be conducted, especially by including intersectionality into the framework. Since racism and discrimination are the primary reasons behind the development, exacerbation and perpetuation of the phenomenon, further research is required on how to reshape social and political structures in which racism is deeply-seated.

REFERENCES

- Bois, W. E. (1903). *The Souls of Black Folk: Essays and Sketches*. Chicago: A. C. McCLUEG & CO.
- Brown, J., Huntley, D., Morgan, S., Dodson, K. D., & Cich, J. (2017). Confabulation: A Guide for Mental Health Professionals. *International Journal of Neurology and Neurotherapy*, 4(2), 1-9. doi: 10.23937/2378-3001/1410070

Cox, K., & Edwards, K. (2022, August 30). *Black Americans Have a Clear Vision for Reducing Racism but Little Hope It Will Happen*. Retrieved from Pew Research Center:

<https://www.pewresearch.org/race-and-ethnicity/2022/08/30/black-americans-have-a-clear-vision-for-reducing-racism-but-little-hope-it-will-happen/>

Fanon, F. (1986). *Black Skins, White Masks*. London: Pluto Press.

doi:https://monoskop.org/images/a/a5/Fanon_Frantz_Black_Skin_White_Masks_1986.pdf

Finch, J. (2024, July). *How does trauma affect decision making?* Retrieved from Center for Clinical Psychology: [https://ccp.net.au/how-does-trauma-affect-decision-](https://ccp.net.au/how-does-trauma-affect-decision-making/#:~:text=Trauma%20can%20cause%20emotional%20dysregulation,considering%20the%20long%2Dterm%20consequences.)

[making/#:~:text=Trauma%20can%20cause%20emotional%20dysregulation,considering%20the%20long%2Dterm%20consequences.](https://ccp.net.au/how-does-trauma-affect-decision-making/#:~:text=Trauma%20can%20cause%20emotional%20dysregulation,considering%20the%20long%2Dterm%20consequences.)

Forman, B. (2024, May 30). *How Does Trauma Impact the Immune System?* Retrieved from Technology Networks: Immunology & Microbiology:

[https://www.technologynetworks.com/immunology/news/how-does-trauma-impact-the-immune-](https://www.technologynetworks.com/immunology/news/how-does-trauma-impact-the-immune-system-387261#:~:text=Trauma%20can%20cause%20changes%20to,increased%20risk%20of%20autoimmune%20disease.)

[system-387261#:~:text=Trauma%20can%20cause%20changes%20to,increased%20risk%20of%20autoimmune%20disease.](https://www.technologynetworks.com/immunology/news/how-does-trauma-impact-the-immune-system-387261#:~:text=Trauma%20can%20cause%20changes%20to,increased%20risk%20of%20autoimmune%20disease.)

Gurnah, A. (2001). *By The Sea*. London: Bloomsbury.

Hoogvelt, A. (2001). The Postcolonial World. In A. Hoogvelt, *Globalization and the Postcolonial World: The New Political Economy of Development* (pp. 165-172). London: PALGRAVE.

La Croix International. (2023, February 16). *Nine out of ten Blacks in France say they face*

discrimination. Retrieved from Catholic news – La Croix International: <https://international.la-croix.com/news/ethics/nine-out-of-ten-blacks-in-france-say-they-face-discrimination/17323>

Marais, S. D. (2025, March 24). *Could your brain fog be a trauma response?* Retrieved from Rula:

[https://www.rula.com/blog/brain-fog-trauma-](https://www.rula.com/blog/brain-fog-trauma-response/#:~:text=Research%20shows%20that%20people%20who,of%20traumatic%20memories%2C%20or%20flashbacks.)

[response/#:~:text=Research%20shows%20that%20people%20who,of%20traumatic%20memories%2C%20or%20flashbacks.](https://www.rula.com/blog/brain-fog-trauma-response/#:~:text=Research%20shows%20that%20people%20who,of%20traumatic%20memories%2C%20or%20flashbacks.)

Ng, Q. X., Soh, A. Y., Loke, W., Venkatanarayanan, N., Lim, D. Y., & Yeo, W.-S. (2019). Systematic review with meta-analysis: The association between post-traumatic stress disorder and irritable

bowel syndrome. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 34(1), 68-73. doi:
<https://doi.org/10.1111/jgh.14446>

PTSDUK. (n.d.). *Complex PTSD (C-PTSD)*. Retrieved from PTSDUK: <https://www.ptsduk.org/what-is-ptsd/complex-ptsd/>

Tyson, L. (2006). Postcolonial Criticism. In L. Tyson, *critical theory today: A User-Friendly Guide* (pp. 417-445). New York: Routledge, Taylor & Francis Group.

Koruma Sorumluluğu İlkesinin Libya'da Uygulanması: Hukuki Meşruiyet ve Reel-Politik Tartışmalar

Kenan SAPLIOĞLU

¹E-mail: kenansaplioglu; Karabük Üniversitesi, Yabancı Diller Yüksekokulu, Karabük / Türkiye.

Özet

2011 yılında gerçekleşen NATO'nun Libya'ya askeri müdahalesi ve bu müdahalenin öncesi, esnası ve sonrasında şekillenen olaylar dünya siyaseti açısından önemli bir örnek teşkil etmektedir. Müdahalenin insan hakları normlarına göre “sıradan ağırlıklı” (MacFarlane 2002: 31) bir müdahale mi yoksa “güç olarak tanımlanan kazançtır” (Morgenthau 1993: 6) nosyonu çerçevesinde bir müdahale mi olduğu tartışma konusudur. NATO'da karar alıcı ülkelerin merkezi öneme sahip olmalarının bir sonucu olarak uluslararası insancıl hukuk kurallarına sadık olduğunu söyleyen aktörlerin bunu kötüye kullandıklarıyla ilgili bazı argümanlar bulunmaktadır. Müdahaleye daha realist bir perspektiften bakılması, ülkelerin “kendine yardım” (Waltz 1979: 111) ilkesinin öncelikli önemini esas almayı gerekli kılar. Modern uluslararası politika bağlamında ‘Koruma Sorumluluğu’ ve bunun sahada ilk kez Libya üzerinde uygulanmasının pratikteki örnekleri üzerinden çıkarımlarda bulunulabilir. Müdahalede kazanç eksensli olarak sergilenen bazı politik tutumlar, çerçevesi ‘Koruma Sorumluluğu’ olan müdahalenin hukuki zemini dışında bazı uygulamaları ve sonuçlarını ortaya çıkarır. Böylece NATO müdahalesinin reel-politik bağlamda ileri sürülen yararına ilaveten, politik ve sosyal açıdan başka birtakım sorunlara ve belirsizliklere sebep olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Anahtar Kelimeler: Arap Baharı, BM Güvenlik Konseyi, Koruma Sorumluluğu, Libya, NATO.

Abstract

The NATO military intervention in Libya in 2011, and the events that unfolded before, during and after the intervention, constitute a significant example in the context of global politics. There is an ongoing debate as to whether the intervention was a “routine weighted” intervention in line with human rights norms (MacFarlane, 2002, p. 31), or one framed by the notion that “power is defined as a gain” (Morgenthau, 1993, p. 6). Some arguments suggest that actors claiming adherence to international humanitarian law, especially those holding central decision-making power within NATO, exploited this adherence for self-interest. Viewing the intervention from a more realist perspective requires emphasizing the principle of “self-help” (Waltz, 1979, p. 111), which is central to state behavior. Within this framework, one can draw conclusions about the practical implications of the Responsibility to Protect (R2P) and its first implementation on the ground in Libya. Certain policy attitudes driven by power interests led to practices and outcomes beyond the legal boundaries of the R2P framework. Thus, in addition to the realist benefits of the NATO intervention, it can be inferred that the intervention also resulted in various political and social problems and uncertainties.

Keywords: Arab Spring, UN Security Council, Responsibility to Protect, Libya, NATO.

GİRİŞ

Uluslararası ilişkilerde ‘ahlakilik’ anlaşılması zor ve sıklıkla içerisinde karşıtlıklar barındıran bir kavramdır. Terimin farklı tanımlara açık olması karşılaşılan zorlukları arttırmakta ve tartışmaları sağrıların münazarasına çevirmektedir. Ulusların arasındaki ahlaki uzlaşi eksikliği birçok yıkımı da beraberinde getirir. “20. yüzyılda farklı ulusların diğer uluslarla devletler arası savaşı sonucu yaklaşık 140 milyon insan hayatını kaybetmiştir” (Leitenburg, 2006: 14).

Ağır insan hakları ihlallerinin yaşandığı yerkürede ulusal ve uluslararası barışın tesisi; soykırım, etnik temizlik, insanlığa karşı işlenen suçlar ve savaş suçları gibi eylemlerin önlenmesi, bunlara tepki verilmesi ve kriz sonrası yeniden inşa süreçlerinde ortak hareket edilmesi BM’in (Birleşmiş Milletler) kurulma amaçlarından bir kısmını temsil eder. Uluslararası barış ve güvenliğin tesisi ve dostane ilişkilerin geliştirilmesi, insan hakları ve temel hak ve özgürlüklerin ırk, cinsiyet, dil ve din ayrımı yapılmaksızın korunması, sosyal ve insani yapıdaki uluslararası problemlerin çözümü ve bu amaç doğrultusunda milletlerin eylemlerini uyumlulaştıran bir merkez olması BM Şartı (1945) Madde I’de açıkça ifade edilmiştir. Bazı devletlerin öz yeterlilik ve kendi kendini yönetme gibi konulardaki eksiklikleri hızlı iktidar değişimlerine, askeri diktalara, kabile ya da mezhepler arası iktidar mücadelesine ve dolayısıyla iç karışıklara veya iç savaşırlara neden olmuştur. BM’nin bu çatışmalara yönelik tutumu BM Şartı (1945) Madde I -II ile 6.-7. Bölümler incelendiğinde şu şekilde anlaşılabilir. Öncelikli olarak Uluslararası güvenliğin tesisinde devletlerin iç işlerine müdahale etmeme ilkesi benimsenir. Anlaşmazlıkların barışçıl yöntemlerle çözülmesini öngörür. Barışın korunmasında ekonomik ve diplomatik yaptırım ve önleyici diplomasiyi etkin biçimde kullanabilir. Müzakere, arabuluculuk ve tahkim yoluyla önleyici diplomasiyi vurgular. Barış gücü operasyonlarına barışçıl çözüm yöntemi olarak Madde 6 ve 7’den ulaşılabilir ancak bundan doğrudan bahsedilmez. Madde 7’de geçen barışı zorlayıcı önlemlerin alınması da bir yöntem olarak sunulur. ‘Koruma Sorumluluğu’ ilkesi de doğrudan bahsedilmese de Madde I’deki barış ve güvenliğin sağlanması ve insan hakları ve temel özgürlükler vurgusu ve Madde 7 BM Güvenlik Konseyi’nin (BMGK) zorlayıcı önlem alma yetkisi ile elde edilebilir. 7. Bölüm 41. Madde ile BMGK ekonomik ve diplomatik yaptırımları barışa zorlayıcı bir müdahale olarak alabilir. Bu bağlamda BM önleyici diplomasi, barış gücü operasyonları, barışı zorlayıcı müdahale, koruma sorumluluğu ve yaptırımlar aracılığıyla barışın tesisi ve sürekliliğini amaçlar. Böylece devletin kendi yurttaşlarını koruyamaz hale gelmesi devletin egemenlik anlayışında bir değişim oluşturmuş ve devletin egemenlik haklarının kendi yurttaşlarına karşı sorumlulukları kapsamında yeniden değerlendirildiği bir döneme doğru geçiş yaşanmıştır. Bireyler sadece ulusal değil aynı zamanda uluslararası hukukun kapsamına dahil edilerek, ağır insan hakları ihlallerinin vuku bulduğu durumlarda uluslararası toplumun kayıtsız kalamayacağı bir çerçeve sunulmuştur. Böylece egemenlik; devlet egemenliğine ilaveten, yurttaşlarının özgür yaşam koşullarının sağlandığı bir sorumluluk halini almıştır. ‘Koruma Sorumluluğu’ terimi de bu sorumluluk hali ile ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda yapılması gereken bir müdahale söz konusudur. Farklı tartışmalarda ve literatür taramasında, en fazla tepki çeken ve uzlaşi sağlanmasının zor olduğu asıl sorunun müdahalenin ahlaki çerçevesi ile ilgili olduğu görülmektedir. Goodman müdahale kavramını;

...bir devlet, bir grup devlet veya uluslararası bir kurum tarafından geniş çaplı mahrumiyet yaşanan hedef devlette yurttaşları korumak amacıyla uluslararası hukuk kuralları çerçevesinde caydırıcılık oluşturma ya da güç kullanma olarak tanımlamıştır (2006: 107).

Bu tanım ışığında uluslara dışarıdan yapılacak olan müdahaleyle, hedef devletin egemenlik haklarını ihlal etmeden, belirlenen hedef ve sınırlar içerisinde kalınarak yaşanan insanlık dışı olayların bastırılması veya tamamen ortadan kaldırılması hedeflenmektedir. Ancak bunun dışında kalan ve devletlerin kendi çıkar ve yararına yapılacak tüm müdahaleler uluslararası hukuka aykırı biçimde atılmış olan adımlardır.

Çalışma ‘Koruma Sorumluluğu’ çerçevesinde yapılan ‘Libya Müdahalesi’nin hukuki meşruiyetini sorgulamayı hedeflemektedir. Müdahalenin insan hakları normlarına göre mi yapıldığı yoksa müdahaleci devletlerin ulusal çıkarları etrafında mı şekillendiği çalışmanın temel problemini teşkil etmektedir. Çalışma sahada ilk defa uygulanan ‘Koruma Sorumluluğu’ ilkesinin daha açık çizgilerle sınırlandırılması gerekliliğini açığa çıkartmaktadır. Bu ilkenin muğlak, karmaşık ve esnek tanımdan kurtarılmasıyla, uluslararası barışın tesisinde ve kitlesel zulmün önlenmesinde diplomatik araçların daha başarılı bir sonuç elde edeceği sonucuna ulaşması açısından önem teşkil etmektedir.

YÖNTEM

‘Libya Müdahalesi’ ve ‘Koruma Sorumluluğu’ çalışmanın etrafında şekillendiği iki temel kavramı temsil etmektedir. Öncelikli olarak Libya’ya yapılan müdahalenin esas alınması çalışmada nitel bir araştırma deseninde ve vaka çalışması yöntemi ile çalışılmasını gerekli kılmaktadır. Böylece müdahalede olay, süreç ve gerçeklerin birbiriyle ilintili koşulları derinlemesine incelenebilir. ‘Koruma Sorumluluğu’ çerçevesinde çalışmanın şekillendirilmesi de nitel bir araştırma olarak belge ve doküman analizi yapılmasını gerekli kılmaktadır. Çalışmada 1970 ve 1973 Sayılı BM kararlarının irdelenmesi, NATO raporları, uluslararası komisyon tarafından sunulan raporlar, literatür taraması ve basında yer alan haberler kullanılmaktadır. Tematik açıdan da egemenlik, meşruiyet ve çıkar çatışması gibi kavramsal setler çalışmaya kodlanmıştır. Çalışmanın olayları süreç içerisinde inceleyen yapısı betimsel bir vaka çalışması ortaya konulduğunu gösterir. Ayrıca süreç içerisinde oluşturulan politikalara eleştirel bakılmaktadır. Böylece vaka çalışmasına betimsel ve eleştirel biçimde yaklaşıldığının da yöntem olarak benimsendiği belirtilebilir. Hukuki ve ahlaki gerekçelerin ele alınması ve fiili uygulamalarla reel-politik analiz yapılması çalışmanın normatif ve pozitif özellik taşıdığını gösterir.

BULGULAR

1970 & 1973 Rezolüsyonları

II. Güvenlik Konseyinin 1970 /2011) ve 1973 (2011) sayılı rezolüsyonları ışığında Güvenlik Konseyinin uygulaması Güvenlik Konseyinin BM anlaşmasının VII. bölümüne göre sahip olduğu barışın korunmasına ilişkin yetkileri ile ‘Koruma Sorumluluğu’ (R2P) yaklaşımı arasında gelecekte nasıl bir bağ kurulacağı konusunda Libya rezolüsyonları fikir vermektedir (Arsava, 2013 s.88).

Libya ile ilgili 1970 (2011) sayılı ilk rezolüsyon finansal bakımdan alınabilecek tedbirleri karara bağlarken 1973 sayılı (2011) II. rezolüsyon NATO’yu alınması gereken askeri tedbirler için yetkiyle donatmıştır. Her iki rezolüsyonda da Libya Hükümetine karşı ileri sürülen sav, yoğun ve sürekli insan hakları ihlalleri ve topluma karşı işlenen suçlardır ve bu fiillerin uluslararası ceza hukukunda düzenlenen esaslara zıtlık teşkil ettiği söylenmiştir. ‘Koruma Sorumluluğu’ ilkesinin daha iyi analiz edilebilmesi amacıyla bu rezolüsyonların iyi bilinmesi gerekir ve bu çerçevede UCM’nin (Uluslararası Ceza Mahkemesi) mesele ile ilgili attığı adımlar iyi irdelenmeli ve NATO’nun askeri olarak olaya müdahil olması doğru anlaşılmalıdır. 1973 (2011) sayılı rezolüsyon, askeri önlemlerin alınmasını içermektedir. Ancak askeri önlemlerde

alınacak tedbirlerde kıstasın tam olarak ne olduğu kesin değildir. Terimin sorumluluk kelimesini içermesi Güvenlik Konseyi'ne BM Şartı (1945) VII. Bölüme istinaden takdir hakkı atfetmiştir. Ancak bu kıstasın sınırlarının belirsizliği eleştirileri beraberinde getirmektedir. Arsava (2013) karar alıcı ve uygulayıcı BMGK'dan "Güvenlik Konseyi siyasi kriterlere ve üyelerinin çıkarlarına göre hareket eden siyasi bir kuruldur. Bu platformda hukuki mükellefiyetlere istinaden tasarrufta bulunulmasını düşünmek gerçeğe uygun düşmez" (s. 75) şeklinde bahseder. Bu noktadan da hareketle rezolüsyonlar sonucu alınan kararların sebeplerini hukuki mükellefiyetlerin ötesinde aramak gerekir.

Belirlenen Yol Haritası: Uçuşa Yasak Bölge ve NATO'nun Müdahalesi

1973 rezolüsyonunun uygulanması 'Uçuşa Yasak Bölge' ilanı ile başladı. BMGK'nın (2011) 17 Mart 2011 tarihli basın açıklamasında şu bilgiler verilmiştir. Sivillere saldırıların durdurulması gerekliliği vurgulanarak bunun insanlığa karşı işlenen suçlar kapsamında olduğunu belirtti. 1970 rezolüsyonu uyarınca Kaddafi rejimi destekçilerine uygulan yaptırımlar sıkılaştırıldı. Uçuşa yasak bölge ilan edilmesiyle saldırı altındaki tüm sivillerin korunması için gerekli tüm tedbirlerin alınması konusunda yetki verildi. BM Şartı 8. Bölümde belirtilen Arap Birliği üyelerinin de 'Uçuşa Yasak Bölge'ye riayet etmesi istendi. Şentuna'nın (2019) belirttiği üzere hareket Fransa önderliğindeki müttefiklerce gerçekleştirilmiştir. NATO bombardımanı neticesinde NATO Genel sekreterinin görüşü "... tarihte hiçbir benzer hava saldırısı sivillere zarar vermeden bu kadar doğru ve dikkatli yapılmadı" (Davis, 2011 s.8) şeklindedir. Ancak İnsan Hakları İzleme (2012) raporu bunun aksini ispatlar gibiydi ve yapılan araştırmada yaklaşık 72 sivilin vurulduğu belirtildi. Uluslararası Komisyon (2012) yaptığı açıklamada ise "NATO kasten sivillere saldırmadı" açıklamasında bulunuldu. NATO güçleri birçok hava saldırısı gerçekleştirdi. Sivilleri korumaya yönelik operasyonel direktiflere dikkat etmek gittikçe zor hale geliyordu. Böyle bir operasyonda direktiflerin dışına çıkmak "bir yandan müdahalenin tarafsızlığına ve kısmiliğine zarar verirken diğer yandan askeri operasyonları sadece sivilleri koruma amacıyla yürütmek sahadaki gelişmeleri baltalıyordu" (Uluslararası Libya Araştırma Komisyonu, 2012 s.2)

Libya'da Vuku Bulan İnsanlık Suçları ve Kitleselel Mezallim

BM İnsan Hakları Komisyonu'nun Mart 2012 raporlarına göre insanlığa karşı işlenen suçlar ve savaş suçları Kaddafi rejimi tarafından açıkça işleniyordu ve bunlar sivil nüfusa yönelik sistematik ve yaygın biçimde katil, zorlama, alıkoyma ve işkence gibi suçları barındırıyordu. Misurata mart ayının ortalarından mayıs ayına kadar kuşatma altında kaldı. NATO güçlerine karşı zaman zaman Kaddafi güçleri sivilleri kalkan olarak kullandılar. Yine aynı şekilde sivil nüfusu kasti biçimde açlığa terk ederek insani yardımın ulaşmasını engellediler. Aynı şekilde isyancılar da Misurata'da sivil halka karşı tecavüz, katil, işkence gibi birçok suç işlediler. Libya operasyonu beklendiğinden daha uzun süre almış ve savaş Kaddafi, İsyancılar ve NATO güçleri arasında iyice tırmanmaya ve çözümsüzlüğe doğru gitmeye başlamıştır. Bu arada uluslararası müdahaleye olan halk desteği azalmıştır. Örneğin "ABD'nin müdahalesine onay verenlerin sayısı Mart'ın sonunda %46'yken Ağustos'ta bu oran % 24'e düşmüştür" (Miller ve Stares, 2011 s.34).

İnsancıl Müdahale ve Koruma Sorumluluğu Nosyonlarının Tartışılması

20. yüzyılın ikinci çeyreğinden itibaren Uluslararası hukukta bahsedilmeye başlayan insancıl müdahale kavramı üzerinde pek çok kez tartışılan bir kavramdır. Kimi zaman devletlerin çıkarlarını meşru gösterme kimi zamansa iyilik ve insanlık adına savaş düşüncesi olarak yorumlanmıştır. Günümüzde ise

“Bir devletin, başka bir devletin vatandaşlarını, o devletin kendi zulmünden kurtarmak için ülkesi dışında münferiden kuvvet kullanması” (Başeren, 2011 s.174) olarak tanımlanmaktadır. İnsancıl müdahale uluslararası insancıl hukuk kurallarının ağır ihlalleri veya insan haklarının yaygın biçimde göz ardı edildiği durumlarda veya devlet otoritesinin ortadan kalkması sonucu insani krizlere çözüm bulmak amacıyla egemen devletin izni dışında bir başka devlet veya devletler ittifakı yoluyla askeri kuvvet kullanımının terimsel adını teşkil eder. Müdahale ancak belirli sınırlara sahiptir ve belirli bir amaca hizmet etmektedir. Bu yüzden de müdahale geçicidir. Evans ve Sahnoun’dan (2002) derlendiğinde ‘Koruma Sorumluluğu’ ilgili 4 temel gereklilikten bahsedilebilir. Öncelikli olarak insancıl müdahalenin devlet, devletler ya da uluslararası geçerliliği bulunan bir örgüt tarafından gerçekleştirilmesi gerekir. Ayrıca yaygın insan hakları ihlalleri gerçekleşmiş olmalıdır ve müdahalenin tamamen insancıl amaçlar çerçevesinde olması gerekir. Ancak insan haklarının ağır biçimde ihlalinin ne olduğuyla ilgili tam ve ortak bir uluslararası görüş bulunmadığının belirtilmesi gerekir. Müdahale olabilmesi için toplumun geneline yayılan işkence, tecavüz, yaralama ve öldürme olaylarının olması gerekir. Ayrıca eylemin insan hakları ihlallerini engellemek amacıyla gerçekleştirilmesi gerekir. İnsancıl müdahale yalnızca yaşanan ihlallerin giderilmesi amacıyla hizmet etmelidir. “Müdahale eden uluslararası birimin amacı, hedef devletin veya yine bu devletin topraklarında yaşayan yabancı devletlerin vatandaşlarına yönelik bu şiddet eylemlerine son vermek olmalıdır” (Rogers, 2004 s. 736). Ancak müdahale eden devletler müdahale için kesin ve doğru karar vericiler olamayabilirler ve müdahaleyle bu ihlalleri önleyemeyebilirler. Burada asıl önemli nokta devletlerin asıl amacının insancıl olup olmadığıdır. Devletler insancıl müdahale adı altında amaçlarını gerçekleştirmeyi hedefleyemezler. Ayrıca kuvvet kullanma tehdidi veya kuvvet kullanımı ile ilgili olarak müdahalede bulunan askeri kuvvetler insan haklarını tehdit eden şiddet eylemlerini ortadan kaldırmak, huzuru yeniden tesis etmek ve insanların güvenli biçimde geri dönmelerini sağlamakla yükümlüdür.

Koruma Sorumluluğu

Koruma sorumluluğu esas itibarıyla insani müdahaleden farklı bir yapı ve anlam ihtiva etmez. Noam Chomsky (2009) ‘Koruma sorumluluğunu’ “insani müdahalenin kuzeni” olarak adlandırmış ve Tuckydides’in “güçlüler, gücünün yettiğini yapar, zayıflar ise neyi kabul etmesi gerekiyorsa onu kabul eder.” özdeyişiyle değerlendirmiştir (s. 132-133). Yani koruma sorumluluğu insanini müdahaleden ayrı tutulabilecek bir kavram değildir ve terim sadece insani müdahalenin farklı kelimelerle dizayn edilmiş yeni bir halidir. Koruma sorumluluğu ekonomik ve politik özgürlüklerin engellenmesi gibi konuları kapsamaz sadece insanlığa karşı işlenen suçlar, etnik temizlik ve savaş suçları sonucu meydana gelen insan hakları ihlallerini kapsar. Yani devletlere diktatörleri yıkıp demokrasi getirmek sebepli müdahaleler, teröre karşı savaş gibi durumlar koruma sorumluluğu olarak adlandırılmaz. Koruma sorumluluğunun üç temel sorumluluğu vardır. Bunlardan ilki ‘Önleyici (Preventive) Sorumluluk’tur Uluslararası Müdahale ve Devlet Egemenliği Komisyonu (ICISS) (2001) bu sorumluluk türünü şu şekilde ifade eder. Tehlike tam manada ortaya çıkmadan haydut ya da terörist devletler ilk hamleyi yapmadan ilk müdahaleyi yapmak anlamında kullanılır. Yani yeri, zamanı ve hatta gerçekleşip gerçekleşmeyeceği belli olmasa dahi yakın tehlike olarak kabul edilip koruma sorumluluğu gerçekleştirilebilir. ‘Tepki (Reaction) Sorumluluğu’ ise “Reaksiyon sorumluluğu, insanı zorlayan durumlara uygun tedbirlerle karşılık verme durumudur. Uygun tedbirler, yaptırım, uluslararası yargılama, uç durumlarda askeri müdahale gibi zorlayıcı tedbirleri içerebilir” (Slaughter& Feinstein, 2004: 236-237). Tepki sorumluluğu sadece askeri zorunlulukları değil aynı zamanda yaptırım gibi ya da sorumluların uluslararası yargı organlarına gönderilmesi gibi durumlar için de geçerli bir tabirdir. Alınan kararların hukuki olduğu kadar meşru olması da önem arz etmektedir. Yani devletleri tedbir almaya yönlendiren haklı nedenlerin hukukiliğinin yanında ahlakiliğinin de olması gereklidir. İşte

bu hukukilik ve ahlakilik tartışması da zorlayıcı insani müdahalenin en çok tartışılan konusudur. ICISS (2001) bu tartışmaları biraz olsun önleyebilmek adına bazı nedenler kabul etmiştir. Bunlar: Geniş ölçekli can kayıpları, etnik temizlik, telafisi olmayan ciddi zararlardır. Ayrıca ICISS (2001) tepki sorumluluğu için gerekçe olan nedenlerde alınacak tedbirlerde belirli kriterler arar. Bunlardan ilki doğru amaç yani birincil amacın yaşanan insani dramların durdurulmasıdır. Diğer ‘Son Çare’dir. Askeri müdahale seçeneği askeri olmayan tüm yollar tüketildikten sonra uygulamaya konulmalıdır. Askeri müdahaleler o ülkede yaşayanların hayatlarına yönelik bir tehdit oluşturmamalıdır. Uluslararası Koruma ülkesel bütünlüğü bozamaz. Halkın korunması için mutlak gerekli bir durum yoksa rejim değişikliğine gidilemez ve izinsiz zorlayıcı tedbirler alınamaz. Bir diğeri ‘Oranlılık’tır. Müdahale, askeri gerekliliği olan yerlere olmalıdır yani alt yapı, su kanalizasyon tesisleri, elektrik santralleri hedef alınamaz. ‘Olumlu Gelişme Beklentisi’ olmalıdır. Başarı ihtimali olmayan durumlarda askeri müdahaleye devam edilemez ve askeri müdahalenin sonuçları yapılan harekattan öncesinin sonuçlarından daha kötü olmamalıdır. ‘Doğru Yetkilendirme’ yapılması gerekir. Güvenlik Konseyi kararları sadece hukukilik ve meşruiyet için dayanaktır ancak müdahale için yetki veremez. ‘Yeniden İnşa’ sorumluluğu gereklidir. “Yeniden inşa sorumluluğu, özellikle askeri bir müdahaleden sonra iyileştirme, yeniden yapma, uyumlaştırma/bozulan ilişkiyi düzeltme, müdahale zararlarının devam etmesini durdurma ve önüne geçme sorumluluğudur” (Haass, 2004 s.75). ‘Koruma Sorumluluğu’nun 3. temel boyutu ise yeniden inşadır. Bu aşama hem insani müdahalelerde hem de koruma sorumluluğunda görülür.

Koruma Sorumluluğu Çerçevesinde Yapılan Müdahale ve Akabinde Meydana Gelen Rejim Değişikliği

1973 Rezolüsyonuna göre Kaddafi güçlerine karşı alınması gereken tüm gerekli tedbirler kapsamında adımlar atılmış ve bunlar uygun görünen gerekli tedbirler olarak tanımlanmıştır. Fakat iç savaş Kaddafi güçleriyle muhalif gruplar arasında birbirine üstünlük sağlama mücadelesine döndüğünde askeri müdahalenin tüm şekilleri asıl amacını takip etmede daha bulanık bir yol izlemeye mahkumdur. BMGK (2017) Libya Rezolüsyonları ile ilgili panel (2017) örneğin 1970 Rezolüsyonuna göre silah ambargosu uygulanan Libya’da bazı ülkelerin muhalif gruplara büyük ölçekli silah yardımıyla bulunduğu ile ilgili imareler taşır. Haziran ayında Fransa muhaliflere verdiği silahların 1973 Rezolüsyonu çerçevesinde yasal sınırlar içinde olduğunu iddia etmiş ve silah yardımını teyit etmiştir. Ayrıca Al Jazeera’nin 3 Nisan (2011) ve The Guardian’ın (2011) 14 Nisan ve 26 Ekim tarihli haberlerinden şu bilgilere erişilebilir. NATO’lu müttefikler muhaliflere savaş taktikleri temin etmişler, tavsiyede bulunmuşlar ve muhalifleri yönlendirmişlerdir. Aynı zamanda muhaliflere yönelik eğitimler vermişlerdir. Katar Kaddafi’ye karşı bundan daha fazlasını yaparak sahada savaşan askerlerini bölgeye göndermiştir. Ancak bu Libya topraklarında yabancı işgal güçlerini yasaklayan doğrudan 1973 Rezolüsyonunun bir ihlali olmasa da bu, rezolüsyonda ortaya atılan sivilileri koruma misyonu ile uyuşmayan bir tutumdur. ‘Koruma Sorumluluğu’ çerçevesinde sunulan desteklerin çoğu, Ekim ayında Kaddafi rejiminin çökmesine kadar Bingazi’de sivilileri korumaktan Trablus’ta hükümeti devirmeye doğru evrilmiştir. Böylece BM hakkında Libya’yla ilgili olarak toplumlar için koruyucu bir kalkan oluşturmaktan ziyade muhaliflerin hava gücü görevini yerine getirdiğine inancını arttırdığı söylenebilir. 1970 ve 1973 Rezolüsyonlarını sıkı bir şekilde savunanlara karşı ‘Koruma Sorumluluğunun’ birkaç Batılı devletin elinde rejim değişikliği aracı olarak kullanıldığı yönünde ciddi eleştiriler ortaya atılmıştır. NATO güçleri çifte standart uygulayarak tarafsızlığını yitirmiştir. Her ne kadar BM Güvenlik Konseyi açıklamalarında:

Bizim BM Güvenlik Konseyi 1973 Rezolüsyonu altında görevimiz sivilleri korumaktı ve biz de bunu yapıyoruz. Bu Kaddafi'yi zorla uzaklaştırmak değildir. Ama Kaddafi'nin iktidarda olduğu bir Libya'yı hayal etmek imkânsız. Ve kendi insanına katliam yapan birinin gelecekte yönetimde yer alması düşünülemez. Eğer Dünya böyle bir düzeni kabul edecekse acımasızca hedef gösterilen ve şehirlerini bu güçlere karşı savunan cesur yurttaşlar korkulu bir intikam duygusuyla karşı karşıya kalacaklar. Bu ölçüsüz bir ihanet olacak. (Beyaz Saray Basın Açıklaması 14 Nisan 2011).

Ancak bu açıkça rejim değişikliği hareketinin habercisidir. Müttefiklerin bu tutumuna diğer bir örnek de 1973 Rezolüsyonundan öncesinde Mezran ve Saini Fasanotti'nin (2020) belirttiği üzere Fransa'nın muhalifleri Libyalıların gerçek temsilcileri olarak ilan etmesidir ve bu sivilleri korumaktan ziyade Fransa'nın partizan hareketi olarak görülmelidir. Benzer şekilde 20 Mart günü NATO bombardımanını müteakip birkaç gün içerisinde İngiltere Savunma Bakanı Liam Fox'un açıklamaları da dikkat çekicidir. "Görevin başarılması Libyalıların kendi kaderlerini özgürce tayin edebilmeleri anlamına gelir. Bu Uluslararası toplumun isteği açıktır. Kaddafi rejimi sonlanmalı ve Libyalılara kendi ülkelerini kendileri özgürce yönetmelidir" (Wintour, & MacAskill, 2011). Bu demeçler ışığında incelendiğinde Libya Müdahalesini destekleyen ülkeler şüphesiz 1973 Rezolüsyonunu kendi yorumları dahilinde genişletmişlerdir. NATO'nun müdahalesi yaşamları tehdit altında olanlar için umut vericidir ancak aynı zamanda da Libya Müdahalesinin sivilleri korumaktan daha fazlası olduğu konusunda da şüphe uyandırıcıdır.

Ayrıca müdahale sonucu beklenmedik kötü sonuçlarla ilgi BM eleştirilmiştir. Anders Fogh Rasmussen (2011) açıklamasında NATO güçlerinin bir katliamı önlediğinden ve sayısız canı kurtardığından bahsetse de başta Afrika Birliği olmak üzere bazı devlet başkanları NATO'nun kasti olarak barışçıl çözümlerini engellediğinden bahsetmiş ve Güney Afrika'nın eski bakanı Mbeki (2011, Kasım) konuşmasında iç savaşta ölen yaklaşık 25000 insandan NATO'nun sorumlu olduğunu dile getirmiştir. Müdahale sonrası yöneltilen eleştirinin diğer bir sebebi de BM'nin Libya örneğinde hızlı davrandığı kadar neden Suriye'de bu kadar hareketsiz kaldığı yönündedir. Bu da 'Koruma Sorumluluğu'nun çıkar amaçlı kullanıldığı konusunda kamuoyunu ikna eder duruma getiriyordu. İlerleyen dönemde, BMGK daimî üyeleri Çin ve Rusya'nın Libya'daki deneyimler üzerine Suriye'de veto yetkilerini kullanma yoluna gitmesinin sebeplerinden bir tanesi de bu olmuştur.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Geçmişte Ruanda, Bosna Hersek ve Kosova gibi başarısızlıklara rağmen, Libya örneği uluslararası toplumun yeterli politik istek ve kapasiteye eriştiğinde zulmü engelleme konusunda güç ve yeteneğe sahip olduğunu ispatlar. Askeri bağlamda 1973 Rezolüsyonunun uygulamaya konulması sadece 2 gün sürmüştür. Bu bağlamda Libya politik isteklilikle operasyonel kabiliyet birleştiğinde neler yapılabileceğini gösteren güzel bir örnek olmuştur. Rejim kendi halkına karşı kitlesel zulme başvurduğunda karar alıcıların seçenekleri sınırlıdır ancak sınırlı olması onların bir şey yapamayacağı anlamına gelmez. Ancak tüm 'Koruma Sorumluluğu' gerektiren durumlarda zamanlaması doğru ve orantılı önlemler alınması gerekir. Sadece Libya'dan değil, Kenya gibi 'Koruma Sorumluluğunun' istenildiği ancak gereksiz görüldüğü durumlardan da dersler çıkarmalıyız. Gelecekte 'Koruma Sorumluluğu' uygulanırken birbiriyle uyumlu adımların atılması için çaba gösterilmeli ve her bir kriz kendi şartlarına göre değerlendirilmelidir. Çünkü hangi durumda ne tür tedbirler alınabileceği birçok değişkene sahip bir sorundur. BM'nin yıkıcı olaylar karşısındaki kabul edilemez ve göz yumucu kararları sadece yanlış şekilde harekete geçmekten değil aynı

zamanda hareketsizlikten de kaynaklanmaktadır. Örneğin 20. yüzyılın en hızlı ve en ölümcül katliamı gerçekleşen Ruanda'da sadece 100 gün içerisinde neredeyse 1 milyon insan öldürüldü. BM müdahale için isteksiz davrandı. Ertesi yıl Srebrenitsa katliamında da seyirci rolü oynadı. Libya'da ise 'Koruma Sorumluluğu' çerçevesinde her ne kadar tartışmalı olsa da bir etkinlik gösterebildi. Ancak kavramın muğlak, karmaşık ve esnek yapısı bu gücün tam ve etkin biçimde kullanılmasına engel teşkil etmektedir. İşte bu yüzden tanım daha net çizgilere kavuşturulmalıdır. Kesin kriterleri barındıran 'Koruma Sorumluluğu' kitlesel mezalimlere etkin cevap verebilmenin büyük silahı haline gelir. Ancak tam olarak hangi amaca hizmet ettiği kesin çizgilerle çizilmeyen bir 'Koruma Sorumluluğu' tam manasıyla Suriye örneğinde de gözlemlendiği üzere hedefe odaklanamaz. Bu yüzden de çözüm odaklı bir siyaset yerine sağır tartışmasına benzeyen tartışmalar ortaya çıkar. Böyle olduğunda genellikle kriz yaşanan bölgelerde hareketsiz kalan uluslararası toplumdan bahsetmek zorunda kalınır. Kesinlik ve orantısallık 'Koruma Sorumluluğunun' olmazsa olmazlarıdır. Kısacası 'Koruma Sorumluluğu' Libya üzerindeki uygulamasına bakılarak köşeye itilmemesi gereken bir kavramdır ve zulüm görenlere umut taşıyabilecek bir güce sahiptir. Ancak bunu yaparken devletler kendi çıkarlarını bir kenara bırakmalıdır. 'Koruma Sorumluluğu' hala elimizde küresel diplomasi için güçlü bir araçtır. 'Koruma Sorumluluğu' kederler ve üzüntüler karşısında uluslararası toplumun sessizce oturup beklemesini önleyecek büyük ölçekli bir öneme sahiptir.

KAYNAKÇA

- Al Jazeera. (2011, April 3). *Libyan rebels 'receive foreign training'*. Erişim Adresi: <https://www.aljazeera.com/news/2011/4/3/libyan-rebels-receive-foreign-trainingBrookings+4AlJazeera+4TheGuardian+4>
- Arsava, F. *Libya Örneğinde İnsan Haklarının Korunması İçin Yapılan Askeri Müdahale* TAAD, Yıl:4, Sayı:12 2013 s.88
- Başeren S. H. (2003). *Uluslararası Hukukta Devletlerin Münferiden Kuvvet Kullanmalarının Sınırları*, Ankara, s. 174.
- BBC News. (2011, October 31). NATO chief Rasmussen 'proud' as Libya mission ends. *BBC News*. Erişim Adresi: <http://www.bbc.co.uk/news/world-africa-15516795>
- Beyaz Saray Basın Açıklaması (2011, Nisan 14). Joint op-ed by President Obama, Prime Minister Cameron and President Sarkozy: Libya's pathway to peace. *The White House*. Erişim Adresi: <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2011/04/14/joint-op-ed-president-obama-prime-minister-cameron-and-president-sarkozy>
- Chomsky N. (2009). *The Responsibility to Protect*, UN General Assembly, New York City, July 23, 2009, <http://www.un.org/ga/president/63/interactive/protect/noam.pdf> (Erişim, 24.12.2015)
- Evans, G., & Sahnoun, M. (2002). The responsibility to protect. *Foreign Affairs*, 81(6), 99–110. doi:10.2307/20033347
- Goodman, R. (2006). Humanitarian intervention and pretexts for war. *The American Journal of International Law*, 100(1), 107–141. <https://doi.org/10.2307/3518833>

- Haass, R. N. (2004). Military force: A user's guide. *Foreign Affairs*, 83(1), 75.
- Human Rights Watch. (2012). *Unacknowledged deaths: Civilian casualties in NATO's air campaign in Libya*. Erişim Adresi: <https://www.hrw.org/report/2012/05/14/unacknowledged-deaths/civilian-casualties-natos-air-campaign-libya>
- International Commission on Intervention and State Sovereignty (ICISS). (2001). *The responsibility to protect: Report of the International Commission on Intervention and State Sovereignty*. Ottawa: International Development Research Centre.
- Macfarlane, N. S. (2005). *Intervention in contemporary world politics*. Abingdon, UK: Routledge.
- Mbeki, T. (2011, Kasım 5). We should learn from Libya's experiences. *Mail & Guardian Online*. Erişim Adresi: <http://mg.co.za/article/2011-11-05-mbeki-we-should-learn-from-libyas-experiences>
- Miller, A. C., & Stares, P. B. (2011). How new atrocity-prevention steps can work. *Expert Brief*. Council on Foreign Relations.
- Morgenthau, H. J. (1993). *Politics among nations: The struggle for power and peace* (7. baskı). New York, NY: McGraw-Hill.
- Rogers, A. P. V. (2004). Humanitarian intervention and international law. *Harvard Journal of Law and Public Policy*, 27(3), 725–736.
- Slaughter, A. M., & Feinstein, L. (2004). A duty to prevent. *Foreign Affairs*, 83(5), s.236- 237.
- Şentuna, T. (2019). Libya askeri müdahalesinin uluslararası hukuka uygunluğu ve koruma sorumluluğu kavramı çerçevesinde meşruiyeti. *The Turkish Yearbook of International Relations*, 50, 215–239. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1642398>
- The Guardian. (2011, April 14). *Libyan rebels receiving anti-tank weapons from Qatar*. Erişim Adresi: <https://www.theguardian.com/world/2011/apr/14/libya-rebels-weapons-qatar>[The Guardian+1Vikipedi+1](#)
- The Guardian. (2011, October 26). *Qatar admits sending hundreds of troops to support Libya rebels*. Erişim Adresi: <https://www.theguardian.com/world/2011/oct/26/qatar-troops-libya-rebels-support>
- United Nations. (1945). *Charter of the United Nations*. Erişim Adresi: <https://www.un.org/en/about-us/un-charter>

- United Nations Development Programme. (2011). *Human development report 2011: Sustainability and equity: A better future for all*. New York, NY: Palgrave Macmillan. Retrieved from <http://hdr.undp.org/en/>
- United Nations Human Rights Council. (2012, Mart 2). *Report of the International Commission of Inquiry on Libya (Advance unedited version)* (A/HRC/19/68). United Nations.
- United Nations Security Council. (2011, March 17). *Security Council approves 'No-Fly Zone' over Libya, authorizing 'all necessary measures' to protect civilians, by vote of 10 in favour with 5 abstentions* [Basın Açıklaması]. United Nations. Erişim Adresi: <https://press.un.org/en/2011/sc10200.doc.htm>
- United Nations Security Council. (2017). *Final report of the Panel of Experts on Libya established pursuant to resolution 1973 (2011)* (S/2017/466).
- United Nations Secretary-General's Special Advisor on the Prevention of Genocide & Special Advisor on the Responsibility to Protect. (2011). *Statement on the situation in Libya*. United Nations.
- United Nations Secretary-General. (2011, Şubat 25). Remarks to United Nations Security Council meeting on peace and security in Africa. United Nations.
- Waltz, K. N. (1979). *Theory of international politics*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Wintour, P., & MacAskill, E. (2011, March 20). Gaddafi may become target of air strikes, Liam Fox admits. *The Guardian*. Retrieved from <http://www.guardian.co.uk/world/2011/mar/20/coalition-criticism-arab-league-libya>

Sosyal Duygusal Öğrenme Becerilerinin Önemi: Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Kapsamında

Şeyma MUTLU¹, Prof. Dr. Nida BAYINDIR²

¹E-mail: turkmenseyma06@gmail.com; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Eskişehir / Türkiye. ORCID. 0009-0001-5703-1794

²E-mail: nida.bayindir@ogu.edu.tr; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Eskişehir / Türkiye. ORCID. 0000-0001-8329-358X

Özet

Sosyal duygusal öğrenme kavramı, öz farkındalık, öz yönetim, sosyal farkındalık, ilişki kurma ve sorumlu karar alma gibi temel yeterlilikleri içermekte olup, bireyin hem kişisel hem de sosyal yaşamını doğrudan etkilemektedir. Bu çalışma, sınıf öğretmenlerinin sosyal-duygusal öğrenme becerilerinin önemine ilişkin görüşlerini, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli çerçevesinde incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, 2024–2025 eğitim-öğretim yılında Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okullarda görev yapan 17 sınıf öğretmeniyle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerle gerçekleştirilmiştir. Nitel araştırma yaklaşımının fenomenolojik (olgubilim) deseni kullanılarak yürütülen çalışma, öğretmenlerin sosyal duygusal öğrenme becerilerini; öz-denetim, empati, iletişim ve kendini tanıma gibi bileşenler çerçevesinde değerlendirdiğini ortaya koymaktadır. Öğretmenler, sınıf içi uygulamalarda oyun, örnek olay çalışmaları, drama ve canlandırma gibi stratejiler kullanarak öğrencilerin duygusal farkındalıklarını geliştirdiklerini ifade etmektedir. Araştırma bulguları, zaman kısıtlaması, sınıf mevcudu ve kültürel çeşitlilik gibi etkenlerin sosyal duygusal öğrenme uygulamalarında zorluk yarattığını; ancak uygulamaların öğrencilerin kendini ifade etmesi, empati kurması ve olumlu davranış değişiklikleri konusunda katkı sağladığını göstermektedir. Ayrıca, öğretmenlerin rol model olarak davranması ve sosyal duygusal öğrenme becerilerinin müfredatta daha fazla yer alması gerekliliği vurgulanmaktadır. Araştırma sonuçlarına dayanarak; sosyal duygusal öğrenme becerilerinin farkında olunması ve öneminin kavranması, bu becerilerin geliştirilmesine yönelik somut yöntemlerin öğrenilip uygulanması, sosyal duygusal öğrenme becerilerinin öğrencilere ve topluma sağladığı katkıların anlaşılması için gerekli eğitimlerin alınması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sınıf öğretmeni, sosyal duygusal öğrenme becerisi, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli

Abstract

The concept of social emotional learning includes basic competencies such as self-awareness, self-management, social awareness, relationship building and responsible decision-making, and directly affects both personal and social life of the individual. This study aims to examine classroom teachers' views on the importance of social-emotional learning skills within the framework of the Turkish Century Education Model. The research was conducted through semi-structured interviews with 17 primary school teachers working in schools affiliated to the Ministry of National Education in the 2024-2025 academic year. The study, which was conducted using the phenomenological design of the qualitative research approach, reveals that teachers evaluate social emotional learning skills within the framework of components such as self-control, empathy, communication and self-awareness. Teachers state that they develop students' emotional awareness by using strategies such as games, case studies, drama and animation in classroom practices. Research findings show that factors such as time constraints, class size and cultural diversity create difficulties in social emotional learning practices; however, the practices contribute to students' self-expression, empathy and positive behavioral changes. In addition, it is emphasized that teachers should act as role models and social emotional learning skills should be included more in the curriculum. Based on the results of the study, it is recommended that teachers should be aware of social emotional learning skills and understand their importance, learn and apply concrete methods to develop these skills, and receive necessary trainings to understand the contributions of social emotional learning skills to students and society.

Keywords: Primary school teacher, social emotional learning skills, Turkish Century Education Model

GİRİŞ

Günümüzün hızla değişen, çok boyutlu yapısı; bireylerden akademik başarıyla birlikte duygusal denge, sosyal uyum, problem çözme ve etkili iletişim kurma gibi beceriler kazanmasını beklemektedir (OECD, 2021; Chernyshenko vd., 2018). Yenilenen öğretim programı milli bilince sahip, ahlaklı, erdemli olmayı ideal edinmiş; ayrıca eleştirel düşünen, problem çözen, karar veren, sorumluluk sahibi nesiller yetiştirmeyi hedeflemektedir (TYMM, Öğretim Programları Ortak Metni, 2024). Gelişim hem psikolojik hem sosyal açıdan bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Bireylerin hem okul hayatında hem sosyal yaşamda başarıya ulaşmalarını sağlayan temel gelişim alanı olarak sosyal-duygusal öğrenme becerileri öne çıkmaktadır (Yılmaz, 2021; Bacanlı & Salman, 2024).

Sosyal-duygusal öğrenme; öz farkındalık, öz yönetim, sosyal farkındalık, ilişki kurma becerileri ve sorumlu karar alma gibi beş temel yeterlilik çerçevesinde tanımlanmakta ve bireyin hem kişisel hem de sosyal yaşamını doğrudan etkilemektedir (Kabakçı & Korkut Owen, 2010; CASEL, 2020). Kabakçı ve Totan (2013, s. 43) ise sosyal-duygusal öğrenmeyi “bireylerin yaşam görevlerini başarılı bir şekilde yerine getirebilmeleri için, yaşamlarındaki sosyal ve duygusal yönleri anlamaları, düzenlemeleri ve ifade etmelerini onlara öğreten bir yaklaşım” olarak nitelendirmişlerdir. Bu becerilerin gelişimi akademik başarı ile birlikte psikolojik sağlamlık, yaşam doyumu ve kariyer uyumluluğu gibi uzun vadeli çıktıları da desteklemektedir (Bozkurt Yükçü vd., 2021; OECD, 2021; Bacanlı & Salman, 2024). Öğrencilerin sosyal-duygusal becerilerle donatılması, eğitim sisteminin erken yaşlardan itibaren bu becerileri hedeflemesini gerektirmektedir. Ders içerikleriyle sosyal-duygusal öğrenme becerileri arasında bağ kurulmasının öğrencinin bütünsel gelişimine katkı sağladığı söylemek mümkündür. Nitekim yapılan araştırmalar, öğrencilerin sosyal-duygusal öğrenme becerileri ile okul aidiyeti, akran ilişkileri, akademik başarı ve yaşam doyumu arasında güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır (Şara & Hasanoğlu, 2015; Koç Tüylü, 2024; Dinler, 2023; Bozkurt Yükçü vd., 2021, OECD, 2021). Bu anlamda, sınıf öğretmenleri öğrencilerin sosyal-duygusal öğrenme becerilerinin gelişiminde kilit bir rol üstlenmekte; sınıf iklimi, öğretmen davranışı ve öğretim yöntemleri sosyal-duygusal öğrenme becerilerinin gelişiminde belirleyici bir role sahip olmaktadır (Özdemir, 2023; Bahçuvanoğlu, 2019). Öğretmenlerin bu önemli rolü etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirebilmesi için geçmişten günümüze öğretim programları geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bu öğretim programlarından biri de Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli’dir.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, öğrencilerin çok yönlü gelişimlerini destekleyen, değer temelli, sosyal-duygusal yönü güçlü ve çağın gereksinimlerine duyarlı bireyler yetiştirmeyi hedefleyen bir eğitim anlayışını temsil etmektedir (Yıldırım & Çalışkan, 2024; Ülçay, 2024). Modelde yer alan “erdem-değer-eylem” yaklaşımı, öğrencilerin yalnızca bilgi edinmeleri değil; aynı zamanda bu bilgiyi anlamlandırmaları ve içselleştirerek hayata geçirmeleri gerektiğini vurgulamaktadır. Bu yönüyle program içeriğinde, sosyal duygusal öğrenme becerilerine ve göstergelerine daha önceki programlara göre daha çok yer verilmiştir (Yüksel vd., 2024). Sosyal duygusal öğrenme becerilerinin sınıf öğretmenleri tarafından nasıl algılandığı, bu becerilerin sınıf içi uygulamalara ne ölçüde yansdığı ve Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ile ne derecede uyumlu olduğu soruları, güncel ve sahaya özgü araştırmalarla yanıtlanması gereken önemli konular arasındadır. Bu çalışma, sınıf öğretmenlerinin sosyal-duygusal öğrenme becerilerinin önemine ilişkin görüşlerini ortaya koymayı ve bu görüşleri Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli bağlamında değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında şu sorulara cevap aranmaya çalışılmıştır.

1-Sınıf öğretmenleri sosyal duygusal öğrenme becerilerini nasıl algılamakta ve tanımlamaktadır?

2-Sosyal duygusal öğrenme becerileri, sınıf içi öğretim süreçlerinde hangi yöntem/stratejilerle uygulanmaktadır?

3-Öğretmenlerin kullandığı sosyal duygusal öğrenme yöntemleri, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli’nin

hedefleri ile ne ölçüde tutarlılık göstermektedir ?

YÖNTEM

Sınıf öğretmenlerinin sosyal duygusal öğrenme becerilerinin önemine ilişkin görüşlerini tespit etmeyi amaçlayan bu araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden fenomenolojik (olgubilim) yaklaşımından yararlanılmıştır.

Nitel araştırma; insan deneyimlerinin, duygularının ve sosyal süreçlerin derinlemesine anlaşılmasını amaçlayan, katılımcıların doğal ortamlarında yürütülen, yapılandırılmamış ya da yarı yapılandırılmış veri toplama teknikleriyle gerçekleştirilen bir araştırma yaklaşımıdır (Creswell, 2009: 4). Bu yöntem, katılımcıların perspektiflerine odaklanarak onların yaşadıkları deneyimleri, anlamları ve sosyal bağlamları ortaya çıkarmayı hedefler. Araştırmacı, elde edilen sözel, görsel ya da doküman verileri tematik, içerik veya betimsel analiz yöntemleriyle değerlendirir. Bu süreç, araştırmacının konuyu derinlemesine kavramasına ve fenomeni geniş bağlam içinde yorumlamasına olanak tanır.

Araştırmacının çalışma grubunu, 2024-2025 eğitim- öğretim yılında Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okullarda görev yapan 17 gönüllü sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan öğretmenlerin belirlenmesinde amaçlı örneklem yöntemlerinden maksimum çeşitlilik örnekleme kullanılmıştır (Patton, 2014). Sosyal duygusal öğrenme becerilerinin önemine ilişkin görüşler belirlenirken sınıf öğretmenleri araştırma yapılan ildeki avantajlı, dezavantajlı ve kırsal bölgede görev yapan öğretmenlerden seçilmiştir. Araştırmaya katılan sınıf öğretmenlerinin demografik özellikleri çizelge 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmaya katılan öğretmenlerin özellikleri

Katılımcılar	Cinsiyet	Yaş	Kaçıncı sınıfı okuttuğu	Mesleki kıdem
Ö1	Kadın	53+	4.	21 yıl ve üstü
Ö2	Kadın	42-52 yaş	3.	16-20 yıl
Ö3	Erkek	42-52 yaş	1.	16-20 yıl
Ö4	Erkek	20-30 yaş	4.	1-5 yıl
Ö5	Kadın	31-41 yaş	2.	16-20 yıl
Ö6	Kadın	53+	2.	21 yıl ve üstü
Ö7	Kadın	31-41 yaş	4.	6-10 yıl
Ö8	Kadın	42-52 yaş	3.	21 yıl ve üstü

Ö9	Kadın	53+	3.	21 yıl ve üstü
Ö10	Kadın	42-52 yaş	2.	21 yıl ve üstü
Ö11	Erkek	42-52 yaş	1.	21 yıl ve üstü
Ö12	Kadın	20-30 yaş	1.	6-10 yıl
Ö13	Kadın	31-41 yaş	2.	11-15 yıl
Ö14	Kadın	20-30 yaş	1.	6-10yıl
Ö15	Kadın	20-30 yaş	1.	6-10 yıl
Ö16	Kadın	31-41 yaş	2.	11-15 yıl
Ö17	Kadın	20-30 yaş	1.	6-10 yıl

Araştırmaya 3 erkek, 14 kadın sınıf öğretmeni katılmıştır. Bu öğretmenlerin 6'sı 1.sınıf, 5'i 2.sınıf, 3'si 3.sınıf, 3'ü 4.sınıf okutmaktadır. 1 öğretmen 1-5 yıl arası, 5 öğretmen 6-10 yıl arası, 2 öğretmen 11-15 yıl arası, 3 öğretmen 16- 20 yıl arası, 6 öğretmen 21 yıl ve üstü kıdeme sahiptir.

Araştırma yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile yapılmıştır. Nitel araştırmalarda görüşme tekniğinin kullanılmasının en temel sebeplerinden biri derinlemesine bilgi edinmektir (Creswell, 2014). Görüşme formunda sosyal duygusal öğrenme becerileri kavramının öğretmenler tarafından nasıl tanımlandığı, uygulama yöntemleri, karşılaşılan zorluklar ve öğrencilerde gözlemlenen değişiklikler gibi konulara ilişkin 11 açık uçlu soru yer almaktadır. Görüşmeler yüz yüze gerçekleştirilmiş, yaklaşık 10-20 dakika sürmüştür. Tüm görüşmeler yazılı bir şekilde elde edilmiştir.

Temaların ve kodlamaların analiz öncesinde hazırlanması, özetleme ve yorum imkânı tanınması açısından betimsel analiz tekniği kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Betimsel analiz, öğretmenlerin bireysel ifadelerini ve deneyimlerini nitel olarak yansıtarak, sosyal duygusal öğrenme becerilerinin sınıf ortamında uygulanmasına dair zengin ve detaylı bir resim sunmuştur. Tüm görüşme metinleri dikkatle okunmuş ve öğretmen ifadelerindeki anahtar kavramlar belirlenmiştir. Her bir görüşme yanıtı, sorulara verilen detaylı yanıtlar doğrultusunda, betimleyici kodlara ayrılmıştır. Örneğin, "öz-denetim", "empati", "iletişim", "oyun ve drama", "rol model" gibi anahtar kelimeler belirlenmiştir. Kodlama sonrasında, benzer ifadeler gruplandırılarak ana temalar ve alt temalar ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen görüşme dökümlerinin öğretmenlerin düşüncelerini doğru anlaşılıp anlaşılmadığını belirlemek için verilen yanıtlar katılımcı öğretmenlere gösterilerek katılımcı teyidi gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın güvenilirliği için araştırmaya katılan öğretmenlerin demografik bilgilerine detaylı bir şekilde yer verilmiştir. Araştırma öncesinde görüşme formu ön uygulama ile test edilmiş ve sonrasında gerekli görülen kısımlar revize edilerek uygulanmaya başlanmıştır. Ayrıca katılımcıların gönüllü katılımı sağlanmış ve kişisel gizlilik esaslarına bağlı kalınmıştır.

BULGULAR

Öğretmenlerin sosyal duygusal öğrenme becerilerine dair algılarının ve bu becerilerin uygulanmasına yönelik yapılan bu araştırmada verilerden elde edilen bulgular çizelge 2’de gösterilmiş ve doğrudan öğretmen alıntılarına yer verilmiştir.

Çizelge 2-Öğretmenlere göre sosyal duygusal öğrenme becerilerine ait algılar ve uygulamalar

Çizelge	2	Tema	Alt tema/kod	f
		Sosyal duygusal öğrenme becerilerinin tanımlanması ve önemi	Öz denetim	10
			Empati	12
			İletişim	9
		Uygulama stratejileri	Oyunlar	8
			Örnek olay çalışmaları	7
			Drama	5
			Canlandırma	6
		Karşılaşılan zorluklar	Zaman kısıtlaması	7
			Sınıf mevcudu	5
			Farklı kültürler	3
		Öğrenci üzerindeki etkiler	Kendini ifade etme	10
			Empati gelişimi	9
			Kendini tanıma	12
			Olumlu davranış değişikliği	8
		Öğretmen rolü ve öneriler	Rol model olma	11
			Müfredatta yer verme	6

incelendiğinde sosyal duygusal öğrenme becerilerinin tanımlanması ve önemi teması öz denetim, empati,

iletişim olmak üzere 3 alt tema/koddan oluşmuştur. Uygulama stratejileri teması oyunlar, örnek olay çalışmaları, drama, canlandırma olmak üzere 4 alt tema/koddan oluşmuştur. Karşılaşılan zorluklar teması zaman kısıtlaması, sınıf mevcudu, farklı kültürler olmak üzere 3 alt tema/koddan oluşmuştur. Öğrenci üzerindeki etkiler teması kendini ifade etme, empati gelişimi, grup içi iletişim, olumlu davranış değişikliği olmak üzere 4 alt tema/koddan oluşmuştur. Öğretmen rolü ve öneriler teması rol model olma, müfredatta yer verme olmak üzere 2 alt tema/koddan oluşmuştur.

Bu tespitlere ilişkin bazı katılımcı görüşlerine aşağıda yer verilmiştir.

Ö12- Sosyal duygusal öğrenme deyince; öğrencilerin duygusal zeka, duygu yönetimi, empati, merak, azim becerileri geliyor. Duyguları tanıma ve yönetme öncelikli benim için. Öğrencinin dürtüsünü kontrol edebilmesi, erteleyebilme becerisi olması. (öz denetim, empati)

Ö8- Öğrenciler hem kendisi ile hem de çevresiyle sağlıklı bir iletişim kurmasını sağlayan yeteneklerdir. Sorumluluk alma ve problem çözme konularını öğretir. Bu becerilere sahip olanlar stresle baş edebilir, empati geliştirir. (iletişim, empati)

Ö5- Öz denetim becerisi en eksik olunan alan olduğunu düşünüyorum öğrencilerin kendilerini tanımaları öz benlik geliştirmeleri ve kendi öz denetimlerini sağlamaları bence tüm becerilerin temelini oluşturmaktadır. Fakat günümüzde helikopter ebeveynler bu becerileri tamamen yok ederek sürekli onay bekleyen bireylerin yetişmesine sebep olmaktadır. (öz denetim)

Ö15- Sınıfa örnek olay getiriyorum. (haber, hikaye vb.) Örnek olay üzerinden tartışma konusu belirleyip tartışmamızı yapıyoruz. Eğer gün içerisinde çocuklar üzerinden bir olay gerçekleşirse derse ara verip yapılan davranış üzerine tartışıyoruz ve olumlu davranışı kendilerine buldurmaya çalışıyorum. Sınıf rehberlik çalışmalarımızda da çeşitli etkinlikler yapıyoruz. En son etkinliğimiz zorbalıkla nasıl başa çıkılır ve zorbalık tanımı hakkındaydı. Video izledik daha sonra çeşitli zorbalıkla ilgili örnekler vererek canlandırma yaptık. Doğru davranışa yeşil kağıt, yanlış davranışa kırmızı kağıt gösterdik. (örnek olay, canlandırma)

Ö8- Duygularını ifade etmek için oyunlar oynuyoruz. Örnek olaylar karşısındaki hissettiklerini anlatmalarını istiyoruz. Drama çalışmaları, hikaye yazma, grup çalışmaları yapıyoruz.(oyun, drama)

Ö3- Farklı kültürdeki öğrenciler ile birlikte uygulayabilmek zor oluyor. (farklı kültür)

Ö8- Kendini ifade etmede bazı öğrenciler zorlanabiliyor, zaman kısıtlılığı ve sınıfların kalabalık olması. Kolaylıklar çocukların eğlenerek öğrenmesi, onların sınıfta aktif olması, kendilerini ifade etmeleri ve mutlu olmaları. (zaman kısıtlaması, sınıf mevcudu)

Ö10- Kendi adıma kalabalık oluşumuz her öğrenciye ulaşmada zorluk doğurabiliyor. (sınıf mevcudu)

Ö2- Duygularını daha iyi ifade edebildi. Öfkesini sakinleştirdi. Karşı tarafı değerlendirdi. (kendini ifade etme)

Ö7- Bazı öğrencilerim arkadaşlarıyla olan ilişkilerinde olumlu davranış değişiklikleri yaşayabiliyor. Süreç içinde değişimler görülüyor. (olumlu davranış değişikliği)

Ö14- Olumlu benlik becerileri geliştirdiler. Empati becerileri arttı. (empati)

Ö16- Kendini fark etme, tanıma ve kendinin farkında olarak iletişim kurma.(kendini tanıma)

Ö17- Arkadaşlık ilişkilerinin gelişmesi, sınıf içerisinde kendisini ve duygularını doğru ifade edebilme gibi gelişmeler. (kendini ifade etme)

Ö5- Eğitim verenlerin sosyal duygusal öğrenme becerilerinin ne kadar kuvvetli olduğuna bakmak gerekir. Öğretmen aynı zamanda öğrenen olmadıktan sonra kendi sosyal duygusal becerileri iyi değilse bu lafı aktaramaz. Rol model eksikliği ile öğretilebilecek kazanımlar olduğunu düşünmüyorum. Mesleki hayatımda sınıfların öğretmenleri gibi gülüp oynadığına çok şahit olmuşumdur. Öğretmen yetersizse her gün bu becerileri kitap ve kağıt üstünden işlese de başarı elde edemez. Ama öğretmen yeterli ise hiç bir kitaba veya etkinliğe bağlı kalmadan sadece rol ve model olarak bile tüm becerileri kazandırabilir. (rol model)

Ö15- Kitaplarda iş birliğine dayalı etkinliklere daha fazla yer verilebilir. Kendini tanıma ile ilgili etkinliklere yer verilebilir. Tema değerlendirmelerinde sosyal duygusal becerilerin değerlendirilmesine yer verilebilir. (müfredatta yer verme)

Bulgulara dayalı olarak öğretmenler, sosyal duygusal öğrenme becerilerini; bireyin kendisini tanıması, duygularını yönetebilmesi, empati kurabilmesi ve sağlıklı ilişkiler geliştirebilmesi olarak tanımlamaktadır. Öğretmenler, sınıf içinde sosyal duygusal öğrenme becerilerini desteklemek amacıyla; oyunlar, örnek olay çalışmaları, drama ve canlandırma gibi yöntemleri kullanmaktadır. Zaman kısıtlaması, sınıf mevcudunun fazlalığı ve farklı kültürel arka plana sahip öğrenciler, sosyal duygusal öğrenme becerilerinin etkin uygulanmasında öğretmenlerin karşılaştığı temel zorluklar arasında yer almaktadır. Sosyal duygusal öğrenme becerileri uygulamalarının, öğrencilerin kendilerini daha iyi ifade etmelerine, empati kurmalarına ve grup içi iletişimlerinin güçlenmesine olumlu katkı sağladığı gözlemlenmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğu, sosyal duygusal öğrenme becerilerinin öğrenci davranışlarında olumlu değişimlere neden olduğunu belirtmiştir. Öğretmenlerin rol model olarak davranışları, sosyal duygusal öğrenme becerilerinin aktarılmasında önemli bir etken olarak ortaya çıkmıştır. Sosyal duygusal öğrenme becerilerinin müfredatta daha fazla yer edinmesi gerektiği araştırmaya katılan öğretmenler tarafından vurgulanmaktadır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırma, sınıf öğretmenlerinin sosyal duygusal öğrenme becerilerinin önemine ilişkin algılarını ve bu becerilerin sınıf ortamındaki uygulama biçimlerini, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli çerçevesinde ortaya koymuştur. Öğretmenler, sosyal duygusal öğrenme becerilerini; öğrencilerin öz denetim, empati, iletişim ve öz farkındalık gibi temel bileşenler üzerinden tanımlamakta; bu becerilerin hem akademik başarının hem de yaşam doyumunun destekleyicisi olduğuna işaret etmektedir. Özellikle empati ve iletişim, öğretmenlerin vurguladığı en güçlü alt bileşenler olarak öne çıkmıştır.

Uygulama stratejileri incelendiğinde, öğretmenlerin en çok oyunlar, örnek olay çalışmaları, drama ve canlandırma yöntemlerine başvurduğu görülmüştür. Bu yaklaşımlar, öğrencilerin duygularını fark etmelerini, paylaşımlarını ve sınıf içi etkileşime aktif katılımlarını sağlamaktadır. Öte yandan, zaman kısıtlaması, kalabalık sınıflar ve kültürel çeşitlilik gibi faktörler, sosyal duygusal öğrenme uygulamalarının tutarlı ve yaygın biçimde hayata geçirilmesini zorlaştırmaktadır.

Bulgular, sosyal duygusal öğrenme becerilerinin öğrenciler üzerinde kendini ifade edebilme, empati kurma ve olumlu davranış değişiklikleri gibi somut kazanımlar meydana getirdiğini göstermiştir. Ayrıca öğretmenlerin rol model olarak sergiledikleri tutum ve davranışların, sosyal duygusal öğrenme becerilerinin öğrenilmesinde kritik bir etken olduğu anlaşılmıştır. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ile uyum boyutunda ise, modelin “erdem–değer–eylem” yaklaşımının sosyal duygusal öğrenme ilkeleriyle örtüştüğü, ancak programın mutlak uygulama kılavuzlarında öğretmenlerin ihtiyaç duyduğu somut örnek ve yönergelerin yeterince detaylandırılmadığı saptanmıştır.

Öneriler

1. *Müfredat Entegrasyonu:* TYMM çerçevesindeki öğretim programlarında, sosyal duygusal öğrenme becerilerine yönelik kazanımların açıkça tanımlanması ve bu kazanımları destekleyecek etkinlik örneklerinin eklenmesi.
2. *Öğretmen Eğitimi ve Mesleki Gelişim:* Öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitimlerde, sosyal duygusal öğrenme yöntem ve araçlarına ilişkin uygulamalı atölye çalışmaları düzenlenmesi; özellikle drama ve rol model olma pratiğinin güçlendirilmesi.
3. *Zaman ve Kaynak Planlaması:* Okul yöneticilerinin, sosyal duygusal öğrenme etkinliklerine yeterli zaman ayırabilmeleri için haftalık ders çizelgelerinde esneklik sağlaması; sınıf mevcudunun düzenlenmesi için personel desteğinin artırılması.
4. *Kültürel Duyarlılık:* Farklı kültürel geçmişe sahip öğrencilerin ihtiyaçlarını gözeten, çokkültürlü sosyal duygusal öğrenme materyallerinin geliştirilmesi ve öğretmen rehber dokümanlarına eklenmesi.
5. *Modelin Uygulama Kılavuzlarının Geliştirilmesi:* TYMM'in uygulama rehberinde, öğretmenlerin karşılaşabileceği pratik sorunlara yönelik çözüm önerilerinin ve örnek ders planlarının ayrıntılandırılması.
6. *Değerlendirme ve Geri Bildirim Mekanizmaları:* Sosyal duygusal öğrenme çalışmalarının etkililiğini ölçmek üzere öğrenci ve öğretmen geri bildirim formları oluşturulması; elde edilen verilerle uygulamaların sürekli iyileştirilmesi.
7. *İş Birlikçi Çalışma Ağları:* Okullar ve öğretmenler arasında sosyal duygusal öğrenme uygulamalarını paylaşacakları yerel ya da dijital platformların kurulması; başarılı örneklerin yaygınlaştırılması amacıyla mentörlük programları başlatılması.
8. *Gelecek Araştırmalar:* Sosyal duygusal öğrenme becerilerinin farklı yaş gruplarındaki etkileri, ölçme değerlendirme araçlarının güvenilirliği ve uzun vadeli çıktıları üzerinde nicel-nitel karma modellerle yürütülecek araştırmalar planlanması.

Bu öneriler, hem eğitim politikaları düzeyinde hem de sınıf bazında sosyal duygusal öğrenme uygulamalarının kalitesini ve yaygınlığını artırmayı, TYMM'in hedeflediği “erdem değer eylem” anlayışının içselleştirilmesini desteklemeyi amaçlamaktadır.

KAYNAKÇA

Bacanlı, F., & Salman, N. (2024). Kariyer uyumluluğu, sosyal duygusal öğrenme ve kariyer umuları arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Kariyer Psikolojik Danışmanlığı Dergisi*, 7(1), 42-59.

Bahçuvanoğlu, F. F. (2019). *Öğrencilerin sosyal duygusal öğrenme becerilerinin gelişimine yönelik yapılan etkinliklerin değerlendirilmesi: karma yöntem araştırması* (Yayın No. 538426) [Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=as2oTjW5jfr9IKSvmCdJYo8gsgwCgM70MtfXjxxsKTE4HQbLt5twTaRf5MbX_23o

Bozkurt Yükçü, Ş., İzoğlu Tok, A., Güngör, İ., Işık Uslu, A., Taştekin, E., & Demircioğlu, H. (2021). Ön ergenlik döneminde sosyal duygusal öğrenme becerileri, akran algıları ve ebeveyn tutum algılarının incelenmesi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(53), 431-451.

Collaborative for Academic, Social, and Emotional Learning. (2020a). Core SEL competencies. <https://casel.org/sel-framework/>

Collaborative for Academic, Social, and Emotional Learning. (2020b). Evidence-based social and emotional learning programs: CASEL criteria updates and rationale. https://casel.org/wp-content/uploads/2021/01/11_CASEL-Program-Criteria-Rationale.pdf

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.

Dinler, H. (2023). *Okula başlangıç öğretmen eğitim programı'nın okul öncesi eğitime başlayan çocukların sosyal duygusal uyumlarına ve okula hazır oluş düzeylerine etkisi*. (Yayın No. 840439) [Doktora tezi, Pamukkale Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=weFMBHaUra8rsS5wi2bmHC5vk0FWXgVIWV56kgi0ddw_ZyBvuERbWEwN_X7z7FtU

Kabakçı, Ö. F., & Totan, T. (2013). Effects of social and emotional learning skills on life satisfaction and hope. *Journal of Theoretical Educational Science*, 6(1), 40-61.

Kabakçı, Ö. F., & Korkut Owen, F. (2010). Sosyal duygusal öğrenme becerileri ölçeği geliştirme çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 35(157), 152-166.

OECD (2018). Social and emotional skills: Well-being connectedness and success. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education/ceri/social-emotional-skills-study/>

Özdemir, E. (2023). *Öğretmen adaylarına yönelik sosyal-duygusal öğrenme programının geliştirilmesi ve değerlendirilmesi* (Yayın No. 818464) [Doktora tezi, Ankara Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=a0OMTmEd_3mfOBxT8SiBTF_NvPHOWiGSrGRcKHbDpNLq3K9KhNzKgE7eL56mtrst

Patton, M.Q. (2018). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri* (Bütün, M. & Demir, S.B., Ed.). Pegem Akademi Yayıncılık. (Orijinal eser 2002)

Sara, P., & Hasanoğlu, G. (2015). A study on fourth grade students' social emotional learning skills in terms of various variables 4. Sınıf öğrencilerinin sosyal duygusal öğrenme becerilerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Journal of Human Sciences*, 12(2), 775-786.

Koç Tüylü, D. (2024). *Erken çocuklukta sosyal duygusal öğrenme becerilerini desteklemeye yönelik mesleki eğitim programının geliştirilmesi ve etkililiğinin incelenmesi* (Yayın No. 840864) [Doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=weFMBHaUra8rsS5wi2bmHPCsvxmiU-JD62msrKZ16sUlb9gk9XtSptm3Ok67-xvW>

Ülçay, O. (2024). Türkiye yüzyılı maarif modeli değerlendirmesi. *Ulusal Eğitim Toplum ve Dünya Dergisi*, 1(2), 70-75.

Şimşek, H., & Yıldırım, A. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, Y., & Çalışkan, A. (2024). Türkiye yüzyılı maarif modeli'nin 21. yüzyıl insan profili açısından değerlendirilmesi. *Electronic Journal of Education Sciences*, 13(26), 204-220.

Yılmaz, M. (2021). Sosyal ve duygusal öğrenme bağlamında ahlak eğitiminde dramının yeri. *Tokat İlmîyat Dergisi*, 9(1), 181-205.

Yüksel, A. B., Çiftçi, N., & Arslan Çiftçi, H. (2024). MEB 2013 ve 2024 okul öncesi eğitim programlarının sosyal duygusal gelişim kazanımları açısından karşılaştırılması. *Uluslararası Temel Eğitim Çalışmaları Dergisi*, 5(2), 38-51.

Programın Kalbi Başka Nasıl Atabilir? Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli üzerinde Özgün bir Perspektifle Yeniden Düşünmek

Gürol YOKUŞ¹, Erol Mert YURDAKUL²

¹E-mail: gurolyokus@gmail.com; Sinop Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Programları ve Öğretim Ana Bilim Dalı, Sinop / Türkiye. ORCID: 0000-0002-4849-5829

²E-mail: erolmertyurdakul.turizm@gmail.com; Milli Eğitim Bakanlığı, Konaklama Hizmetleri Alanı Öğretmeni, Bursa/ Türkiye. ORCID: 0000-0001-7867-9808

Özet

Araştırmanın amacı, Maarif Modeli'nin bir müfredat tasarımı olarak düşünsel temellerini, öğrenme yapısını ve stratejik bileşenlerinin nasıl algılandığını ortaya çıkarmak ve program geliştirmecilerin özgün bir perspektifle ve sentezci bir yaklaşımla modele yönelik önerilerini ve görüşlerini belirlemektir. Temele Alınabilecek Bir Felsefe, Klasik Derslerin Ötesini düşünmek ve Okulların Dönüştürülmesi üzerinde odaklanılmıştır. Ayrıca, modelin güçlü yönlerini korurken geleceğe dönük iyileştirme amaçlı bir program vizyonu geliştirmek ve öneriler sunmak amaçlanmıştır. Araştırma, nitel yöntemlerden vaka analizi (durum çalışması) yöntemiyle yürütülmüştür. Araştırmanın çalışma grubu, benzeşik örnekleme tekniği ile belirlenmiştir. Aktif olarak program geliştirme çalışması yapan ve 2025 eğitim-öğretim yılında ders veren 12 öğretim üyesiyle odak grup tartışması yapılmıştır. Verilerin analizinde betimsel analiz tekniği kullanılmıştır. Program geliştirme uzmanlarının görüşleri doğrultusunda Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'ne ilişkin kod ve temalar belirlenmiştir. Temalara ait güçlü ve zayıf yönler belirtilmiş olup müfredatın iyileştirilmesine yönelik çok yönlü öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: K12 Değerler Çerçevesi; Eğitim Programı Felsefesi; Program Değerlendirme; Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli; 21. Yüzyıl İnsan Profili.

Abstract

The purpose of the present study is twofold: firstly, to reveal the conceptual foundations of the Maarif Model as a curriculum design, its learning structure, and how its strategic components are perceived; and secondly, to determine the suggestions and opinions of program developers regarding the model from an original perspective and with a synthetic approach. The present study was conducted using the case study method, which is one of the qualitative research methods. Focus group discussions were conducted with 12 faculty members who are actively involved in programme development and who will be teaching in the 2025 academic year. The data was analysed using descriptive analysis techniques. The identification of codes and themes related to the Turkey Century Maarif Model was conducted through consultation with programme development experts. A comprehensive evaluation of the curriculum's strengths and weaknesses was conducted, culminating in the formulation of multifaceted recommendations for its enhancement.

Keywords: Curriculum philosophy; Curriculum evaluation; K12 values framework; The Century of Türkiye Education Model; 21st century human profile.

GİRİŞ

İnsan doğasının, değişim ve sabitlik arasındaki salınımla ilişkili olduğu söylenebilir. Bu bağlamda öngörülen eğitim, insanın özü ile içinde yaşadığımız çağın dinamikleri arasında uyum sağlayan bütüncül bir yaklaşım olmalıdır. Buradaki bütüncül terimi, insan gelişiminin bilişsel, duygusal, fiziksel ve ruhsal boyutları arasındaki bağlantıyı kapsayan bir eğitim yaklaşımını ifade etmektedir (Akpınar ve Köksalan, 2024). Öğretim programları, eğitim sistemi içinde birer pusula görevi taşımaktadır. Bu pusula, söz konusu öğrenen için “neyi/neleri, nasıl, ne kadar ve hangi sırayla” öğreneceğine dair bir çerçeve sunmaktadır (Berk ve Özer, 2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli’nin, Türk Eğitim Sistemi’nin yaşadığımız yüzyılın temel becerilerine adaptasyonu açısından isabetli olmasının yanı sıra, milli ve sosyal kapsamda birtakım dokunuşlara ihtiyaç duymaktadır (Akpınar ve Köksalan, 2024).

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeline yönelik yapılan araştırmalar oldukça yenidir. Duyul ve arkadaşlarının (2025) yılında yaptıkları bir araştırmada, 14 öğretmenden oluşan bir katılımcı grubuyla yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Modelin, bütüncül yaklaşımı benimsemesi ile yerli ve milli müfredat anlayışı baskın çıkmaktadır. Uygulanabilirlikte ve öğretmenlerin sürece uyumunda endişeler söz konusudur. Rehberlik, danışmanlık rolleri ve teknoloji entegrasyonunda öğretmenlerin desteklenmesi gerektiği ifade edilmiştir. Modelin öğrenciler için eleştirel düşünmeyi ve başarıyı artırma potansiyelinin yanı sıra fırsat eşitliği bakımından kırsal-kentsel altyapı farklarına yönelik yapılacak yatırımlar oldukça önemlidir. Sonuç olarak öğretmenlerin desteklenmesine, müfredatın esnekliğine ve eğitimde fırsat eşitliğine yönelik alınabilecek önlemlerin, modelin uygulanmasındaki etkililik için gerekli olduğu düşünülmektedir (Duyul ve arkadaşları, 2025). Bu bağlamda, program geliştirme alanında çalışan akademisyenlerden Maarif Modeli hakkında veri toplanmasının faydalı olacağı düşünülmüştür.

YÖNTEM

Bu araştırma nitel yöntemlerden vaka analizi (durum çalışması) yöntemiyle yürütülmüştür. Program geliştirme çalışmaları yapan 12 öğretim üyesiyle odak grup tartışması yapılmıştır. Araştırmanın çalışma grubu, amaçlı örnekleme yöntemini içerisinde yer alan benzeşik örnekleme tekniği ile belirlenmiştir. Bu örnekleme tekniğine uygun olarak Eğitim fakültelerinde program geliştirme alanında çalışan katılımcılarla çalışılmıştır. Araştırmaya 2025 eğitim-öğretim yılında öğretim üyesi olarak ders veren 2’si doktor öğretim üyesi, 7’si doçent (%66,6), 3’ü (%33,4) profesör olmak üzere toplamda 12 öğretim üyesi katılmıştır. Çalışma grubunda yer alan öğretim üyeleri program çalışmalarında aktif araştırma yürüten kişilerdir. Veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen ve 8 görüşme sorusundan oluşan “Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Üzerine Özgün Bir Perspektif Ortaya Koymaya Yönelik Görüşme Formu” kullanılmıştır. Nitel verilerin analizinde betimsel analiz tekniği kullanılmıştır. Betimsel analiz kod, kategori, tema ve örüntülerin keşfedilmesi sürecini içermektedir (Patton, 2014, s.453). İçerik analiz olarak da isimlendirilen (Yıldırım ve Şimşek, 2003) bu analizde; yazılı veriler satır satır okunur, bunlar daha küçük bilgi bölümlerine ayrılır, kodlanır, daha sonra ortak yönleri olan kodlar bir araya getirilerek temalar oluşturulur (Creswell, 2008, s.251). Araştırmadaki veriler “Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Üzerine Özgün Bir Perspektif Ortaya Koymaya Yönelik Görüşme Formu” uygulanarak toplanmıştır. Bu görüşme formunun amacı mevcut Maarif Modeli’nin bir müfredat tasarımı olarak düşünsel temellerini, öğrenme yapısını ve stratejik bileşenlerinin nasıl algılandığını ortaya çıkarmaktır. Maarif Modeli üzerinde özgün bir

perspektifle düşünerek geliştirmeye açık yönlerine yönelik öneriler ortaya koymak için 8 açık uçlu görüşme sorusundan oluşmaktadır.

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Tablo 1.'de program geliştirme uzmanlarının Maarif Modeli üzerine özgün bir perspektifle yaklaşım savundukları düşünceleri kod listesi olarak gösterilmektedir:

Tablo 1. Kod listesi ve belirtilen frekanslar

Baskın bir eğitim felsefesiyle desteklenmesi (f=11)	Klasik derslerin ötesini düşünmek ve yeni öğrenme yapıları (f=10)
Aktif öğrenme (f=10)	Farklılıkların daha iyi temsil edilmesi (f=9)
İnşa edici öğrenme (f=9)	Sınıflar yerine dört eğitim ortamı (f=9)
Programa kültürel temelli yaklaşım (f=8)	Disiplinler arası yapı (f=8)
Bütünleşik beceri gelişimi (f=8)	Mentör olarak öğretmenler (f=8)
Meta beceriler (f=6)	Gelecek okuryazarlığı ve üretim odaklılık (f=7)
Veliler yerine öğrenme topluluğunun ortakları (f=7)	Zil yerine “ışık sistemi veya dijital ekran sistemleri” (f=6)
Yetkinlik temelli yaklaşım (f=6)	Değerler eğitimi kök değerler (f=6)
Bütüncül gelişim (f=5)	Değer aşılarcılar ve aile eğitimcileri olarak yöneticiler (f=5)

Nitel bir analiz biçimi olarak ortaya çıkan kodlar hakkında tematik fikirler çerçevesi oluşturabilmek (Gibbs, 2007) için fikişsel anlamda birbirine bağlanan açıklama ve kavramlar temalara dönüştürülmüştür.

Müfredatın Kalbi, Temel Felsefe ve Vizyon Teması

Güçlü Yönler

1. Bütüncül Gelişim

"Programın bilişsel gelişimin yanı sıra duyuşsal ve psikomotor alanları da hedeflemesi, öğrenmenin bütüncül doğasına uygun bir yapı sunuyor."

2. Programa Kültürel Temelli Yaklaşım

"Programın yerli ve milli değerleri göz önünde bulundurması, önemsemesi öğrencilerin kendi kültürel bağlamlarıyla öğrenme süreçleri arasında bağ kurmalarını kolaylaştırıyor."

3. Yetkinlik Temelli Yaklaşım

"Program, öğrencilerin sadece bilgi edinmesini değil; bu bilgiyi yaşamla ilişkilendirme, problem çözme ve karar verme gibi üst düzey becerilerle harmanlamasını teşvik ediyor. Bu yönüyle çağdaş. Yetkinlik temelli yaklaşımla örtüşüyor."

4. Değerler Eğitimi ve Kök Değerler

"Kök değerlerin bazılarının kültürel, bazılarının evrensel olduğu görülüyor. Kök değerlerin eğitim sürecine entegre edilmesi fikri ABD'den esinleniliyor. Öğrencilerin kimlik gelişimini ve toplumsal sorumluluk bilincini destekliyor. Bu, uzun vadeli davranış değişimini hedefleyen bir yaklaşım."

Geliştirmeye Açık Yönler

1. Baskın Bir Eğitim Felsefesiyle Desteklenmesi (özgürleştirici eğitim, pragmatizm vb.)

"Programın uygulama boyutu güçlü ancak kuramsal temel açısından daha açık bir duruşa ihtiyaç var. Özellikle hangi eğitim felsefesine dayandığı (örneğin pragmatizm, yeniden inşacılık, özgürleştirici eğitim) daha belirgin hale getirilmeli. Çok aşırı eklektik buluyorum."

2. Farklılıkların Daha İyi Temsil Edilmesi

"Kapsayıcılık ilkesinin altı çizilmiş olsa da özel gereksinimli bireyler, dilsel ve kültürel çeşitlilik ya da sosyoekonomik farklılıklar açısından programda daha detaylı yönlendirmelere ihtiyaç var. Gerçek anlamda farklılıkların temsil edildiğini iddia etmek biraz güç. Bu alana değinilmiş ama eğinilmemiş."

3. Maarif Modeli'nin Bütüncül Gelecek Okuryazarlığı ve Üretim Odaklı Eğitimle Desteklenmesi

"Programın öğrencileri birtakım okuryazarlıklarla donattığı görülüyor. Fakat ben burada gelecek okuryazarlığı diye bir önerim olacak. Gelecekte bizi bekleyen kavramların genel bir okuryazarlığı. Dijital etik gibi. Yapay zekâ farkındalığı ve üretim temelli düşünmeye sevk eden içeriklerle de desteklenmesi önemli. Bu alanlarda daha fazla yapılandırılmış kazanım ve etkinlik önerisi görmek isteriz."

Maarif Modeli'nde bireyin zihinsel gelişimiyle beraber ahlaki ve duygusal gelişimi de önemsenmektedir. Huzurlu aile ve toplum gibi kültürel unsurların kendini hissettirdiği TYMM'de gezegenin sürdürülebilirliğini daha açıkça gözetilmeli ve vurgulanmalıdır. Bütüncül Gelecek Okuryazarlığı olarak ifade edilen kavram oldukça dikkat çekicidir. Maarif Modeli'ni destekleyebilecek öneriler olarak şu kavramlar vurgulanmaktadır:

- İklim bilinci + dijital bilinç + etik bilinç = Gelecek Okuryazarlığı
- Bireyin kendini tanıması → Toplumu anlaması → Gezegeni sahiplenmesi: Küresel vatandaşlık ve küresel sorunlarla ilgili sorumlu vatandaş

- Ahlaki pusula: Ahlakın bir parçası olarak kültürel saygı ve unsurların içerine teknolojik ahlak ve ekolojik ahlak gibi farklı kavramları dahil etmek

Öğrenme Alanları: Klasik Derslerin Ötesi ve Yeni Öğrenme Yapıları Teması

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde öğretim programlarının içeriğinin kapsamlı olduğu ifade edilmiştir. Fakat öneri olarak içerik öğretiminde mevcut "ders" yapısının ötesine geçen *öğrenme alanları* ve *problemler etrafında örülen yeni öğrenme* yapıları kurulabileceği vurgulanmıştır.

Güçlü Yönler

1. İnşa Edici Öğrenme (Yapılandırmacı Yaklaşım):

"Öğrencinin bilgiyi pasif olarak almadığı, bizzat inşa ettiği bir öğrenme anlayışı var. Bu, günümüz eğitim felsefesiyle oldukça uyumlu."

"Öğrencinin önceki bilgilerinden yola çıkarak yeni anlamlar üretmesi, öğrenmeyi hem kalıcı hem de anlamlı kılıyor."

2. Disiplinler arası Yapı:

"Derslerin birbirinden kopuk değil, birbiriyle konuşan bir yapıda olması çok kıymetli. Bu disiplinler arası yaklaşım, öğrencide daha bütüncül bir dünya görüşü oluşmasını sağlıyor."

"Matematikle hayat bilgisi, sanatla fen gibi alanların entegre edilmesi, çocuklarda neden-sonuç ilişkisi kurma becerisini destekliyor."

3. Bütünleşik Beceri Gelişimi:

"Sadece akademik bilgi değil, aynı anda sosyal-duygusal becerilerin de gelişimini hedeflemesi oldukça yerinde. Bu bütünleşik bakış, öğrenciyi bir bütün olarak ele alıyor."

"Okuma, yazma, dinleme gibi temel becerilerin başka alanlarla eş zamanlı olarak gelişmesi hem verimliliği hem motivasyonu artırır."

4. Aktif Öğrenme:

"Çocuğu sürecin merkezine alan, deneyimleyerek ve yaparak öğrenmeye imkân tanıyan bir yapı söz konusu. Bu da kalıcı öğrenmeyi ciddi anlamda güçlendiriyor."

"Öğrencinin derse aktif katılımı, öğrenme sorumluluğunu üstlenmesini sağlıyor ve bu da çağdaş öğrenme modelleriyle örtüşüyor."

Geliştirmeye Açık Yönler

1. Klasik Derslerin Ötesini Düşünmek ve Yeni Öğrenme Yapıları:

"Mevcut kazanımlar sağlam, ancak öğrenme sadece geleneksel ders yapılarıyla sınırlı kalmamalı. Tematik, proje temelli ya da oyunlaştırılmış öğrenme gibi yeni yapılar daha çok entegre edilebilir."

"Ders kavramının ötesine geçen, öğrenmeyi mekâna ve zamana yaygınlaştıran esnek yapılar üzerine daha fazla düşünülmeli."

Önerilen yapılar şu şekilde örneklendirilmiştir:

Tablo 2. Önerilen Yapılar

Klasik Ders	Yeni Alan	Tematik Başlık
Fen + Matematik	STEMek (STEM + Etik)	"Yapay Zekâ Adil mi? Adil bir Gelecek Kurabilir mi"
Sosyal Bilgiler	Yaşam Bilgisi	"Kentte Yaşamak, Tarlada Üretmek"
Türkçe	Anlatı Sanatı	"Kelimelerle İnşa Etmek"
Din Kültürü	Anlam & Ahlak	"İyilik evrensel midir?"
Beden Eğitimi ve Hareketlerin Tekrarı	Beden-Zihin İkili	"Bedenle Düşünmek/Hareketle Düşünmek"

Yapı Taşları: OECD Raporunda Meta Beceriler ve 21. Yüzyıl Yetkinlikleri Teması

Güçlendirmeye Açık Yönler

1. OECD , Meta Beceriler, Uyum ve Uyumsuzluklar

"21. yüzyıl becerileriyle uyumlu bir yönelim var, ancak yaratıcı düşünme, esneklik, uyum sağlama gibi 'meta beceriler' daha somut kazanımlarla desteklenirse çok daha güçlü bir çerçeve oluşur."

"Programda bu becerilere gönderme var fakat öğretmen kılavuzlarında ya da etkinlik örneklerinde bu becerilerin nasıl geliştirileceğine dair daha açık yönlendirmelere ihtiyaç var."

OECD'nin "Eğitim ve Becerilerin Geleceği 2030" projesi gibi önemli raporlar doğrultusunda Maarif Modeli'nde de öne çıkarabilecek belirli kavramlar şunlardır:

- **Öğrenen Ajansı (Student Agency):** Öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini yönlendirme, hedefler belirleme, seçimler yapma ve eylemlerinin sorumluluğunu alma becerisidir. Bu meta beceri, TYMM'de öz-düzenleme becerisiyle örtüşmektedir.
- **Öz-refah (Well-being):** Öğrencilerin duygusal, sosyal ve fiziksel iyilik hallerini de içeren bütüncül bir yaklaşımdır. Meta beceriler, öğrencilerin stresle başa çıkmalarına, motivasyonlarını sürdürmelerine ve dolayısıyla öz-refahlarına katkıda bulunabilir. OECD 2030 Raporu'nda öz-refah vurgusu, TYMM'de "huzurlu insan" vurgusuyla yer almaktadır. OECD'de öz-refah vurgusu *stres yönetimi, motivasyon, fiziksel iyilik hali (sağlıklı beslenme, fiziksel aktivite, kaliteli uyku)* ile ilişkilendirilirken TYMM'de huzur vurgusu "*çalışkanlıkla, mahremiyetle, mütevazılıkla, sabırla, tasarrufla, sağlıklı yaşamakla*" ilişkilendirilmektedir.

- **Dönüştürücü Yetkinlikler ve Yeni Değer Yaratmak (Transformative Skills and Creating New Value):** Yaratıcılık, yenilikçilik, merak ve açık fikirlilik gibi becerileri içerir. Maarif Modeli Ortak Metninde bu beceriler vurgulansa da öğretim programlarında veya öğrenme çıktıları arasında oldukça arka planda oldukları ifade edilmiştir.
- **Gerilimleri ve İkilemleri Uzlaştırmak (Reconciling Tensions and Dilemmas):** Farklı perspektifleri anlama ve dengeleme, karmaşık sorunlara çözüm bulma becerilerini kapsar. OECD 2030 Raporunda önemli bir beceridir. TYMM’de sosyal katılım becerisi altında sadece bir öğrenme çıktısında yer almaktadır.

Okullarda Rollerin Dönüşümü Teması

Öneriler ve Düşünceler

- **Veliler: Öğrenme topluluğunun ortakları**

“Veliler, öğrencinin öğrenme sürecinde sadece destekleyici değil, aynı zamanda öğrenme topluluğunun etkin bir parçasıdır. Onlarla kurulan güçlü iş birliği, öğrenmenin kalıcılığını ve yaygınlığını artırır.”

- **Öğretmenler: Mentör ve değişimi başlatıcı**

“Öğretmen rehberdir diyorlar ama bu ifade bence net değil. Daha çok mentör gibi olmalı. Öğrenme yolculuğunda net sorumlulukları olan, koçluk yapan bir figür. Mentörlük mesleği daha nettir. SMART hedefler koyar. Geri bildirim alıp verme daha sıktır. Görüşmeler açık iletişimle, güven ortamında geçer. Mentör çok hazırlıklıdır. Öğretmenin rehber olması peki?”

- **Yöneticiler: Okulun değer aşılایıcısı ve aile eğiticisi**

“Yöneticiler, sadece bir okulun işleyişini sürdüren kişiler olmamalı. Okul kültürünü şekillendirmede bazen öğretmenlerden daha öne çıkan bir rolü vardır. O kendinde değerleri içselleştirdiğinde okulda da yayabilir. Ayrıca, ailelerle köprü kurarak, onlar için eğitimler hazırlayarak programın tüm paydaşlarını güçlendiren liderlerdir.”

- **Sınıflar yerine dört eğitim ortamı: *doğa, dijital kampüs, atölye, laboratuvar***

“Doğal öğrenme ortamları programda var evet ama pratiğe dönmüyor. Özellikle doğayı bir okul olarak kabul etmeli program. Erken yaşlarda çevresel farkındalık, duyu gelişimi ve problem çözme becerilerini pekiştirici bir rol üstleniyor.”

“Öğrenme artık sadece sınıfla sınırlı kalmamalı. Dijital okullara doğru veya dijital kampüslere doğru geçiş başladı. Öğrencinin çok boyutlu öğrenme ihtiyaçlarını karşılayan her ortam okul gibi kullanılmalıdır”

- **Zil yerine “ışık sistemi veya dijital ekran sistemi”**

“Geleneksel zil sistemi, endüstri toplumunun ritmine uygun olsa da bilgi toplumunda daha esnek ve birey odaklı sistemlere ihtiyaç vardır. Zil sesi yerine ışık tabanlı veya dijital ekran sistemleri kullanmak daha çağdaş. Koridorlara konulacak dijital bildirimler veya renk kodlu ışık sistemleri öğrenciler için daha anlamlı geri bildirim araçları olabilir.”

Tablo 3. Önerilerle İlgili Karşılaştırmalı Tablo

Kategori	Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM)	Özgün Perspektif ve Değerlendirmeler
Felsefi Temel	Türk-İslam medeniyeti, tekâmül fikri, insanı bedensel-zihinsel-ahlaki bütün olarak ele alır	Gelecek okuryazarlığı: birey ve toplum vurgulandığı kadar gezegen odaklı sürdürülebilirlik ve üretim odaklı eğitimin de vurgulanması
İnsan Anlayışı	Tekâmül eden insan, yetkin ve erdemli birey	Etik, dijital ve ekolojik etik bilinciyle donanmış “etik birey”; hem milli hem küresel sorunlarla ilgilenen “sorumlu vatandaş”
Değerler	Kök değerler: ahlaklı, bilge, cesaretli, iradeli, merhametli, sağlıklı, üretken, vatansever vb.	Ahlaki pusula: kültür hassasiyetinin içinde teknolojik yaşamda ahlakın ve ekolojik yaşama karşı ahlakın daha fazla dahil edilmesi
Öğrenme Yapısı	Disiplinler arası ama klasik ders yapısı gene sürmektedir	Tematik başlıklar ve problem temelli yeni öğrenme alanları olarak tasarlamak
Öğretim Stratejileri	Etkinlik temellilik ve aktif öğrenme (yaşantı temelli, proje temelli, bağlam temelli, iş birlikli öğrenme, tartışma, soru-cevap, örnek olay, deney, eğitsel oyun, gezi-gözlem, drama)	Oyunlaştırmayı, hikâyeleştirmeyi, ters-yüz öğrenmeyi, yapay zekâ üretim araçlarını dahil etmek
21. yy Becerileri	Bu becerilerin çoğu vurgulanmaktadır fakat öğretim programı içerisindeki entegrasyonu sınırlı	OECD raporlarındaki diğer meta becerilerin eğitimde rolünü düşünmek (uzlaştırma becerisi, risk alma becerisi)
Okul Roller	Veliler: Geleneksel anlamda hala dış paydaş; öğretmen: İlerlemeci anlamda rehber ve kolaylaştırıcı; yöneticiler: program dışı etkinliklerin yürütücüsü	Veliler: öğrenme topluluğunun ortakları; öğretmenler: mentör ve düşünmeyi başlatıcı; yöneticiler: okulun değer aşılayıcıları ve aile eğiticileri

KAYNAKÇA

- Akpınar, B. & Köksalan, B. (2024). Eğitimde Maarif ve Müfredat Yenileme İhtiyacı: Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Üzerinden Teorik Bir Analiz. *Tarih Okulu Dergisi (TOD)*, 17(68), 27-48.
- Berk, Ş. & Özer, B. (2024). “Türkiye Yüzyılı” Maarif Modeli (TYMM) Öğretim Programlarına İlişkin Nitel Bir Değerlendirme. *Tarih Okulu Dergisi (TOD)*, 17(73), 3241-3256.
- Duyul, S., Duyul, Y., Kesman, Mevlüt & Kesman, Medine. (2025). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Konusunda Öğretmen Görüşleri. *Ulusal Eğitim Dergisi*, 5(3). No: 20262.
- Gibbs, R. G. (2007). *Analyzing Qualitative Data*. Sage Publications.
- Patton, Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri*. Pegem Akademi.

Öğretmenlerinin Davranışsal Sorunlara Müdahale Yaklaşımlarının Belirlenmesi

Prof. Dr. Nida BAYINDIR¹, Yeşim IŞILDAK²

¹E-mail: nida.bayindir@ogu.edu.tr ; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Sınıf Eğitimi Bölümü, Eskişehir/ Türkiye.

²E-mail: yyesimisildak@gmail.com ; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Sınıf Eğitimi Bölümü, Eskişehir/ Türkiye.

Özet

Sınıf öğretmenlerinin en sık karşılaştıkları durum öğrencilerin davranışsal sorunlarıdır. Davranışsal sorunlar, öğrenme ve öğretme sürecini olumsuz olarak etkilemektedir. Araştırma, sınıf öğretmenlerinin sınıftaki davranış sorunlarına müdahale yollarını belirlemektir. Araştırma, 2023-2024 eğitim öğretim yılında Eskişehir il merkezinde görev yapan 17 sınıf öğretmenini kapsamaktadır. Öğretmenlerin, sınıflarındaki öğrenci davranışlarından kaynaklanan sorunlara ilişkin müdahale yaklaşımlarının belirlenmesinin amaçlandığı araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubu amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilirlik yolu ile belirlenmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak veriler toplanmış, betimsel analiz yöntemi ile yorumlanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; sınıf öğretmenlerinin büyük çoğunluğu çoğu zaman davranış sorunları ile karşılaştıklarını belirtmektedirler. Sınıftaki öğrenme ortamını en fazla etkileyen olumsuz öğrenci davranışı ise derse ilgisizlik ve dikkatsizliğin sebep olduğu davranışlardır. Öğretmenin olumsuz bir davranışa ilk müdahalesi ise doğrudan uyarma ve tepki göstermektir. Öğretmenler öncelikle davranışa odaklandıklarını, sakin kalmaya çalıştıklarını belirtmişlerdir. Bu tür davranışsal krizlerin oluşmasını önlemek ve yönetmek için öğretmenlerin proaktif yaklaşımlar geliştirmesi gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Davranışsal sorunlar, davranış yönetimi, sınıf öğretmeni

Abstract

The most common situation that primary school teachers frequently experience is students' behavioral problems. The aim of the research is to determine the ways primary school teachers intervene in behavioral problems. The research covers 17 primary school teachers working in Eskişehir city center in the spring year of 2023-2024 academic year. In the research, case study design, used one of the qualitative research methods. The study group of the research was determined through easy accessibility, one of the purposeful sampling methods.. According to the results obtained from the research, the majority of primary school teachers stated that they always and most of the time experienced behavioral problems. This is followed by quick intervention and a democratic attitude towards solving the problem. To prevent and manage such crises, it is important for teachers to

develop proactive approaches, establish positive communication with students and create a positive learning environment in the classroom.

Keywords: Behavioral problems, behavior management, primary school teacher,

GİRİŞ

Okul, güvenli bir ortamda öğrencilerin bilgi ve beceri kazandığı toplu öğretimin gerçekleştiği bir yerdir. Bu güvenli ortam bazı durumlarda bozulmaya uğrayarak, ciddi problemlere yol açabilecek bir yer haline dönüşebilmektedir. Öğrenciler, sergiledikleri davranışlarla hem kendilerini hem de arkadaşlarını olumsuz olarak etkileyebilmektedirler. İstenmeyen davranışlar olarak nitelenen bu durum; öğrencinin belli bir zaman diliminde akademik faaliyetleri olumsuz etkileyen, öğretmenin beklentileri ile ters düşen, eğitsel amaçların gerçekleşmesini engelleyen her türlü davranışı kapsamaktadır (Akçadağ, 2012, Başar, 2008, Burden, 1995).

Saldırganlık ve öfke, dürtüsel eylemler, olumsuz düşünceler, dikkatsizlik, anti-sosyal davranışlar, kural ihlalleri, uyumsuzluk, zarar verme, aşırı hareketlilik vb, bu olumsuz davranışlardan bazılarıdır (Aküzüm ve Nazlı, 2017, Anar vd, 2024, Balay ve Sağlam, 2008, Barik ve Yurtal, 2023da, Dai ve Araz, 2021, Sadık, 2006). Sınıf içinde önemli ya da önemsiz istenmeyen birçok öğrenci davranışının altında ise mutlaka bir neden bulunmaktadır (Yazıcı ve Batmaz, 2021). İstenmeyen bu davranışların nedenleri ise, öğretim içerikleri, öğretmenin sınıf yönetim becerisi, fizik mekan, öğretim amaçları, öğretim planları, öğrenci ihtiyaç ve beklentileri, sınıftaki sosyal ilişkiler olabilmektedir (Gökçer ve Doğan, 2016). İstenmeyen davranışları sergileyen öğrenciler hem kendilerinin hem arkadaşlarının öğrenme sürecine katılımlarını engellemektedirler (Balay ve Sağlam, 2008, Korkmaz vd, 2024). Sınıfta kriz yaratacak kadar bir davranış olumsuz yapan özelliklerin en temel sonucu ise, öğrencilerin öğrenme amaçlarından uzaklaşması ve öğretmenin rutin ders akışını kesintiye uğratmasıdır. Bu durumu arkadaşlarının güvenliğini riske eden, kurulan iletişimi kesintiye uğratan, dikkat ve sosyal beceri eksikliği olan, saldırgan ve kural tanımayan bir kişiliğe sahip olan, yüksek kaygılı, motivasyon eksikliği olan, kurumsal ve kişisel eşyalara zarar veren öğrenci davranışlarından kaynaklanmaktadır (Balay, 2016, Özmen, 2017). Öğrenci davranışlarını yönetme, olumsuz herhangi bir davranış düzeltme, istedik düzeyde davranışlar geliştirme eğitim sisteminin temel görevlerindendir. Dolayısıyla öğretmenin görevidir. Sınıf ortamında öğrencilerle en fazla vakit geçiren ve öğrencilerin davranışlarından sorumlu tutulan kişi öğretmendir (Yılmaz ve Eldeleklioğlu, 2019). Eğitim amaçlarına ulaşılabilmesi öğretmenin etkili bir sınıf yönetimine bağlı olmaktadır. Bunun için öğretmenin sınıf yönetimi bakımından belli beceri ve yeterliklere sahip olması beklenmektedir. Bu becerilerle istenmeyen davranışları yönetmek öğrenme sürecinin kaçınılmaz bir işleyişi olmaktadır. (Duymaz vd, 2023). Bunun yanında öğretmenlerin mesleğine bakışı, karakter özellikleri, öğrencilerin sahip oldukları yeterlilikler ile sınıfın fiziki ortamı, sınıf içerisindeki iletişim ve etkileşim düzeyleri davranış yönetim becerilerini etkilemektedir (Özer & Bozanoğlu, 2016). Herhangi bir davranışın sorun olarak değerlendirilmesinde öğretmenin tutumu da önemlidir. Kontrolü elinde tutmaya çalışan bir öğretmenin, öğrencilerin küçük hatalarını görmezden gelemeyip tepki göstermesi sorunları daha karmaşık bir hale getirebilir (Ekinci ve Burgaz, 2009). Bununla birlikte sınıf kontrolünü elinde tutamayan bir öğretmenin duyarsız tavrı da öğrenci davranışlarının olumsuz yönde değiştirebilir. İstenmeyen öğrenci davranışlarıyla baş etmede, genellikle, öğretmenler öğrencileri kontrol altında almak için öğrencilere otoritelerini göstermeye çalışmakta, öğrencileri ödüllendirme ve ceza verme gibi yollara başvurmaktadır (Ada, vd, 2005, Akpınar ve Özdaş, 2012, Altuntaş ve Sulak, 2022, Başar, 2008, Çelik ve Uçar, 2024, Kaplan vd, 2021, Talayhan vd, 2022). Yapılan araştırmalar öğretmenlerin sınıftaki davranışları yönetmede farklı stratejiler izlediklerini ortaya koymaktadır. Bu stratejiler; aile ile işbirliği yapmak, öğrenci ile bireysel görüşmeler yapmak, öğrenciyi doğrudan uyarmak, göz teması kurmak, görmezden gelmek, ilgi

çekici bir içerik sunmak, sorumluluk vermek, derse dahil etmek, ödüllendirmek, cezalandırmak, yer değiştirmek olabilmektedir (Arslan, 2019, Atıcı, 2003, Burden, 1995, Çetin, 2013, Dağ vd, 2023, Erdem ve Egemen, 2016, Gündüz ve Can, 2023, Keskin, 2002, Külekçi, 2019, Medikoğlu ve Dalaman, 2018, Özer vd, 2014, Özdemir ve Özdemir, 2023, Sayın, 2001, Şahin ve Arslan, 2014, Turan, 2019, Ünal, 2010).

Araştırma öğretmenlerin en sık karşılaştıkları davranışsal sorunlar ve müdahale yaklaşımlarının belirlenmesini amaçlamaktadır. Bunun haricinde öğretmenlerin istenmeyen öğrenci davranışları konusunda sahip olduğu ve olması gereken yeterliklerin tespiti. Araştırma öğrencilerin davranış sorunlarına karşı müdahale yaklaşımlarının belirlenmesi ve yeni yaklaşımların geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu kapsamda aşağıdaki sorunların yanıtları aranmıştır:

1-Sınıf öğretmenlerinin sınıfta en sık karşılaştığı davranışsal sorunlar nelerdir?

2-Sınıf öğretmenlerinin davranış sorunlarını önlemeye yönelik izlediği yollar nelerdir?

3-Sınıf öğretmenlerinin davranışsal sorunlara müdahalede nelere dikkat etmektedirler?

YÖNTEM

Araştırmanın deseni

Sınıf öğretmenlerinin sınıflarındaki öğrenci davranışlarından kaynaklanan sorunlara yönelik müdahale yaklaşımlarının belirlenmesinin amaçlandığı araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Durum çalışması, bir olayı veya durumu daha ayrıntılı olarak tanımlandığı ve verilerin bu doğrultuda toplandığı bir araştırma desendir. Durum çalışmaları, araştırmacının amacına göre sınırlandırıldığı, daha çok nasıl ve niçin sorularına odaklanarak durumun kendi içinde araştırıldığı çalışmalardır (Cresswell, 2016, Subaşı ve Okumuş, 2017).

Çalışma grubu

Araştırma, 2023-2024 eğitim öğretim yılında Eskişehir merkezde görev yapan gönüllü 17 sınıf öğretmeni üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubu amaçlı örneklem yöntemlerinden kolay ulaşılabilirlik durum örnekleme ile belirlenmiştir. Kolay ulaşılabilirlik durum örnekleme araştırmacının kendisine yakın bir durumu seçtiği örnekleme yöntemidir. Zaman ve maliyet avantajları sunmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

Tablo 1-Çalışma Grubunun Demografik Bilgileri

Sınıf Öğretmenleri	n	y
Cinsiyet	Kadın	10
	Erkek	7
Mesleki Kıdem	1-10	2
	11-20	5
	21-30	10
	Lisans	15

Mezuniyet Durumu	Yüksek Lisans	2	11,8
Okutulan Sınıf	1.Sınıf	5	29,1
	2.Sınıf	5	29,1
	3.Sınıf	4	24,0
	4.Sınıf	3	17,8
Davranış sorun sıklığı	Her zaman	8	47,0
	Çoğu zaman	7	41,0
	Bazen	2	12,0
	Hiç	-	

Araştırmaya 10 kadın, 7 erkek öğretmen katılmıştır. 10 öğretmen 21-30 yıllık, 5 öğretmen 11-20 yıllık, 2 öğretmen 1-10 yıllık kıdeme sahiptir. Öğretmenlerin 15'i lisans mezunudur. 5 öğretmen 1. Sınıfı, 5 öğretmen 2. Sınıfı, 4 öğretmen 3. Sınıfı, 3 öğretmen 4. Sınıfı okutmaktadır. Öğretmenlerin 8'i sınıflarında her zaman davranış sorunları gerçekleştiğini belirtmektedirler.

Veri toplama aracı

Araştırma verileri araştırmacı tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Görüşme formunun hazırlanmasında ilgili literatür taranmış, bu konuda yapılan araştırmalarda kullanılan veri toplama araçları incelenmiştir. Görüşme formunda 3 açık uçlu soru bulunmaktadır. Yarı yapılandırılmış görüşme formunda araştırma problemini yansıtan kolay anlaşılabilir sorular yer almıştır. Her bir soru aynı zamanda araştırmanın alt problemlerini oluşturmuştur. Araştırmada sınıf öğretmenlerinden kapsamlı bilgi almak ve bu bilgilerin öğretmenler tarafından rahatça ifade edilebilmesi için bu teknik kullanılmıştır.

Verilerin analizi

Verilerin analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Betimsel analiz yöntemi; verilerin araştırmacılar tarafından belirlenmiş bir çerçeveye bağlı olarak işlenmesi, tanımlanması ve yorumlanmasını içeren bir yöntemdir. Betimsel analiz yönteminde gerektiğinde bulgular arasında karşılaştırmalar yapılarak, neden sonuç ilişkisi kurulmaktadır (Özdemir, 2010; Tutar, 2023; Yıldırım ve Şimşek, 2016). Araştırmada güvenilirlik amacıyla, uzman görüşüne başvurma, veri kaybını önlemek amacıyla görüşme formlarını bilgisayara kaydetme ve katılımcı teyidi gibi önlemlerden yararlanılmıştır. Araştırmaya katılım gösteren öğretmenlerin kişisel bilgileri gizli tutulmuş, katılımcılara kod isimler (Ö1,...Ö17) verilmiştir. Araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme formu ile elde edilen veriler, sürekli şekilde okumalar yapılarak kodlanmıştır. Birbirleriyle ilişkili olan kodlar görüşme sorularından yola çıkarak oluşturulan çerçeveye göre işlenerek belirlenmiştir. Bulgular yorumlanırken doğrudan alıntılar yapılmıştır. Dış güvenilirlik için ise, katılımcı özelliklerine yer verilmiş ve analiz süreçleri ayrıntılı olarak ifade edilmiştir. Temalar görüşme soruları dikkate alınarak ve görüşmeler yapılmadan önce, belirlenmiştir. Yapılan kodlamalarda katılımcı cümleleri temel alınmış ve araştırmanın amcına göre yorumlanmıştır.

BULGULAR

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular araştırmanın alt amaçları doğrultusunda sunulmaktadır.

Tablo 2-Sınıf öğretmenlerinin davranışsal sorunlara müdahale yaklaşımları

Kategori	Kod (fr)	Örnek ifadeler
Sınıf ortamını olumsuz etkileyen davranışsal sorunlar	Derse ilgisizlik (7)	Ö15- Çocukta öğrenme güçlüğü olabiliyor. Sınıfın huzurunu bozabiliyor.
	Akran zorbalığı (2)	
	Şiddet eğilimi (3)	Ö10- Akademik gelişime duyarlı, isteksiz öğrenciler davranış sorunları yaratabiliyor.
	Öğrenme güçlüğü (3)	
	Dikkatsizlik (5)	Ö1- Çoğu davranış sorunu arkadaşlık ilişkileri ile ilgili
	Disiplinsizlik (2)	
	Aşırı hareketlilik (2)	Ö7- Akran zorbalığı, yenilgiyi kabullenmeme
	Sosyal iletişim bozuklukları (2)	Ö9- Sürekli ders dışı şeylerle uğraşıyorlar. Bu sorun bütün sınıfta değil ama belli öğrencilerde oluyor.
	Dürtü kontrol bozukluğu (1)	
	Fiziksel ihtiyaçlar (2)	
Öğretmenin davranış sorunlarına müdahale yolları	Sorumluluk (3)	
	Düşük akademik benlik (4)	
	Sınıf kurallarını hatırlatma (4)	Ö4-Bu davranış sorunlarını gördükçe uyarıyorum. Bunu yaparken dersi kaçırdıklarını onlara farkettilerim. Devam ediyorlarsa onları meşgul eden nesneyi alıyorum.
	Dikkat dağınıklık unsurları azaltma (2)	
	Doğrudan iletişim kurma (5)	
	Etkili sınıf yönetimi (5)	Ö17- Aile ve rehber öğretmenle işbirliği yaparak soruna yaklaşırım
	Problem çözme stratejileri geliştirme (6)	Ö1- Önce sebebini öğrenmeye çalışırım. Diğer öğrencilerden bilgi alırım. Çözemezsem rehber öğretmene gönderirim.
	Aile ile işbirliği yapma (3)	
	Örnek olma (4)	

Sorumluluk verme (3)	Ö9- Çözemediğim davranış sorunları rehber öğretmenle çözmeye çalışırım
Görmezden gelme (2)	
Doğrudan uyarma (9)	
Tepki verme ve yaptırım uygulama (6)	
Rehberlik servisine yönlendirme (4)	

Davranış müdahalede etmenler	sorunlarına dikkat edilen		
	Sakin kalma (10)	Ö11-	Daha çok davranışa odaklanıyorum.
	Öğrenciyi ve sorunu anlama (9)	Ö3-	Olumsuz davranışın zararlarını anlatıyorum. Aileyle iletişime geçerek sorun hakkında ortak kararlar almaya çalışıyorum. Aileye evde çocuğu gözleme görevi veriyorum.
	Pozitif iletişim kurma (6)	Ö15-	Varolan sorunu anlamaya çalışırım. Önce çocuğu dinlerim. Yapıcı davranmaya çalışırım.
	Tutarlı davranma (4)	Ö10-	Sorunun kaynağını bulmaya çalışırım.
	İşbirliğine açık olma (2)	Ö15-	doğru iletişim ve zamanında müdahale çok önemli. İlgilileri bilgilendirmek önemli.
	Olumlu davranış modelleri sunma (2)		
	Aile ile iletişim kurma (3)		
	Davranışa odaklanma (11)		
	Hızlı müdahale etme (7)		
	Demokratik tutum sergileme (7)		

Elde edilen bulgulara göre sınıf ortamını olumsuz bir şekilde etkileyen davranışların başında *derse ilgisizlik* gelmektedir. Bunu sırayla düşük akademik benlik, öğrenme güçlüğü ve şiddet eğilimleri izlemektedir. Sınıf öğretmenin olumsuz davranışlara müdahale yollarının başında ise *doğrudan uyarma* gelmektedir. Bunu yaptırım uygulama, farklı problem çözme stratejileri geliştirme izlemektedir. Öğretmenler davranış sorunlarına müdahalede en çok *davranışa odaklanmaya* ve *sakin kalmaya* dikkat ettiklerini belirtmektedirler. Bunu *öğrenciyi ve sorunu anlama* ve *hızlı müdahale etme* izlemektedir.

SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Öğrenciler hatalarından da öğrenmektedirler. Okul, öğrencilere, bu anlamda, olumsuz davranışları düzeltme imkanı da tanımaktadır. İstenmeyen öğrenci davranışının olmadığı bir okul ve sınıf düşünülemez. Bu nedenle öğretmenlerin istenmeyen öğrenci davranışlarına ilişkin görüşleri ve izledikleri yolların bilinmesi araştırmaya değer katmaktadır. Davranış sorunları ile en fazla yüzleşen sınıf öğretmenin olacak krize hazırlıklı olması ve doğru müdahale edebilmesi önemli bir konu olmakla birlikte bu

konudaki koruma, önleme ve bilimsel müdahale yaklaşımlarının da bilinmesi ayrıca önem taşımaktadır. Araştırma sonuçlarına göre; sınıf öğretmenlerinin büyük bir çoğunluğu her zaman ve çoğu zaman (%88,0) davranış sorunları ile karşılaştıklarını belirtmektedirler. Sınıftaki öğrenme ortamını en fazla etkileyen olumsuz öğrenci davranışı ise derse ilgisizlik ve dikkatsizliğin sebep olduğu davranışlardır. Öğretmenin olumsuz bir davranışa ilk müdahalesi ise doğrudan uyarma ve tepki göstermektir. Öğretmenler öncelikle davranışa odaklandıklarını, sakin kalmaya çalıştıklarını belirtmişlerdir. Bunu hızlı müdahale etme ve sorunu çözmeye yönelik sergilenen demokratik tutum izlemektedir. Literatür incelendiğinde sınıf öğretmenlerinin sınıftaki disiplini sağlamak, etkili bir sınıf yönetimi sergilemek, kriz yönetimindeki rolü, istenmeyen öğrenci davranışları, akran zorbalığı, sınıf içi çatışma yönetimi ve şiddet, öğrenci güvenliği ve refahı gibi pek çok araştırma (Altuntaş ve Sulak, 2022; Anar vd, 2024; Barik ve Yurtal, 2023; Cebeci vd, 2024; Doğan, 2020; Korkmaz vd, 2024; Talayhan vd, 2022; Yılmaz ve Eldeliklioğlu, 2019) bulunmaktadır. Ancak bu davranışları nasıl yönetmeleri ve yönetirken nelere dikkat etmeleri gerektiğine ilişkin doğrudan bir araştırmaya rastlanmamaktadır. Bulgulara göre; öğretmenlerin en fazla yaşadığı olumsuz davranışların nedeninin başında derse ilgisizlik ve dikkatsizlik gelmektedir. Anar vd, (2024) araştırma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Görüşmeye katılan öğretmenler, sınıflarında sıkça karşılaştıkları istenmeyen öğrenci davranışlarının başında ders dışı konuşma, dikkat dağınıklığı, gürültü yapma gibi durumlar olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir. Doğan (2020) araştırma sonuçlarına göre öğretmenlerin en fazla yaşadıkları davranış sorunu öğrencilerin disiplinsizliğidir. Korkmaz vd, (2024) araştırma bulgularına göre ise en fazla davranış sorunu gürültü olarak nitelendirilmektedir. Talayhan (2022) araştırma sonucuna göre ise öğrencilerin sergiledikleri olumsuz davranışların başında ders dışı konuşma ve birbirine uyguladıkları şiddet davranışları gelmektedir. Bu sonuçlara benzer bir şekilde istenmeyen öğrenci davranışlarının başında, genellikle, derse karşı ilgisizlik, öğretmene saygısızlık, şiddet içeren eylemler, dikkat eksikliği, başka şeylerle ilgilenme, gürültü (Altinel, 2006; Aküzüm ve Nazlı, 2017; Çankaya ve Çanakçı, 2011; Saygılı ve Gürşimşek, 2008; Çetin, 2013) gelmektedir. Yapılan araştırmaların olumsuz (istenmeyen) davranışlarının sonuçlarını betimlemekte olduğu, ancak bu davranışların nedenlerine nadiren yer verdiği görülmektedir. Öğretmenlerin olumsuz davranışa ilk müdahale yolu uyardır. Bunu tepki gösterme ve yaptırım uygulama izlemektedir. Öğretmenlerin olumsuz bir davranışa karşı doğrudan müdahale yolu izledikleri söylenebilmektedir. Bu durum sınıf yönetimi ve diğer öğrencilerin öğrenme sürecinin olumsuz bir şekilde etkilenmemesi için olabilmektedir. Araştırma bulgularına göre öğretmenlerin olumsuz bir davranış karşısında sakin kalıp, davranışa odaklanması Erol vd, (2010) araştırma bulgusuyla çelişmektedir. Erol vd, (2010) sınıfta yaşanan istenmeyen durumlara öğretmenlerin genellikle olumsuz tepkiler verdikleri tespit edilmiştir. Akın, (2002) öğretmenlerin sınıf yönetim becerilerinin eksik olması nedeniyle öğrencilere informal cezalar verdikleri sonucuna ulaşmıştır. Medikoğlu ve Dalaman (2018) istenmeyen davranışlara karşı öğretmenin kuralları hatırlattığını, Sadık ve Aslan, 2015, Aydın (2012) sözlü ve sözsüz uyarılar yaptığını, cezalar verdiğini, Külekçi (2019), Özer vd, (2014) veli ile görüşmeleri yapıldığını belirtmiştir. Araştırma sonuçlarına göre sınıf öğretmenlerinin davranış kaynaklı sorunlara müdahalesi genellikle doğrudan sorunu ortadan kaldırmaya yönelik olmaktadır. Bu nedenle öğretmenlere sorunlu davranışların ortaya çıkış nedenleri, bu davranışlara etkili müdahale stratejileri üzerine araştırmaların yapılması, sınıf yönetim konusunda davranış kaynaklı sorunlar ve çözüm önerileri envanterinin oluşturulması, öğretmen ile veli ve okul rehber öğretmeni arasında organik bağın kurulması, öğrencilerde istenmeyen davranışlara neden olan yapısal ortamların sıklıkla denetlenmesi, önleyici disiplin kurallarının uygulanması, sınıf içi motivasyon tekniklerinin gözden geçirilmesi, öğrenci sorumluluklarının yakından takip edilmesi önerilmektedir. Öğretmenlerin, eğitim ortamında, istenmeyen bir davranış konusunda öncelikle sakin kalma, hem kendi hemde öğrencilerin güvenliğini sağlama, hızlı ve kararlı müdahalelerde bulunma, açık ve net iletişim kurarak öğrencileri yönlendirme, empati göstererek öğrencilerin duygusal tepkilerini anlamaya çalışma, oluşan davranış sorununun olası nedenlerini anlama, gerektiğinde nasıl profesyonel yardım alacağını bilme, yasal sorumluluklarını ve öğrenci haklarını bilme gibi eğitimler almaları önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Ada, S., Baysal, Z. N., & Korucu, S. (2005). Sınıf öğretmenlerinin sınıf içi olumsuz davranışlara gösterdikleri tepkilerin karakter eğitimi ve 2005 ilköğretim programı açısından değerlendirilmesi. *Değerler Eğitimi Dergisi*, 3(10), 7-18.
- Akçadağ, T. (2012). Sorunlu davranışların yönetimi. In H. Kıran (Ed.), *Etkili sınıf yönetimi* (pp. 269-302). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Akın, G. (2002). Ortaöğretim kurumlarında öğretmenlerin sınıf yönetiminde karşılaştıkları disiplin sorunları ve baş etme yolları. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Akpınar, B., & Özdaş, F. (2012). An analysis of high school students' misbehaviors and the punishments given (The case of Diyarbakır province). *International Journal of Arts and Commerce*, 1(2), 37-47.
- Aküzüm, C., & Nazlı, K. (2017). Sınıf öğretmenlerinin sınıf yönetiminde karşılaştıkları disiplin sorunları, nedenleri ve bu sorunlarla baş etme yöntemlerinin değerlendirilmesi. *International e-Journal of Educational Studies (IEJES)*, 1(2), 88-102.
- Altınel, Z. (2006). EFL sınıflarında öğrenci davranışlarındaki bozukluklar: Öğretmen ve öğrencilerin bakış açıları. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Altuntaş, Z., & Sulak, S. E. (2022). İlkokullarda yaşanan akran zorbalığının sınıf öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda incelenmesi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(2), 128-143. <https://doi.org/10.53629/sakaefd.1058580>
- Anar, K., Anar, N., Tanrıku, R., & Çelik, Y. B. (2024). Sınıf öğretmenlerinin sınıf yönetiminde istenmeyen davranışlar karşısında izledikleri stratejilerin belirlenmesi. *Ulusal Eğitim Dergisi*, 4(5), 1089-1108.
- Atıcı, M. (2003). İstenmeyen davranışlarla başa çıkmada Glasser'in problem çözme yaklaşımının uygulanması. *Eğitim ve Bilim*, 28(128), 27-34.
- Aydın, A. (2012). *Sınıf yönetimi* (15. baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Balay, R. (2016). *2000'li yıllarda sınıf yönetimi*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Başar, H. (2016). *Sınıf yönetimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Balay, Y. R., & Sağlam, D. M. (2008). Sınıf içi olumsuz davranışlara ilişkin öğretmen görüşleri. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 1-24.
- Barik, E., & Yurtal, F. (2023). Akran zorbalığı ile baş etmede sınıf öğretmenlerinin kullandıkları stratejiler ve karşılaştıkları güçlükler. *Turkish Journal of Educational Studies*, 10(2), 133-150.
- Başar, H. (2008). İstenmeyen davranışların değiştirilmesi. In E. Ağaoğlu (Ed.), *Sınıf yönetimi* (Ünite 10, pp. 193-204). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Burden, P. R. (1995). *Classroom management and discipline*. New York: Longman. <https://archive.org/details/classroommanagem0000burd/page/n3/mode/2up>
- Çanakçı, H., & Çankaya, İ. (2011). Sınıf öğretmenlerinin karşılaştıkları istenmeyen öğrenci davranışları ve bu davranışlarla başa çıkma yolları. *International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 6(2), 307-316.

Cebeci, Z., Aktaş, M., Arağ, G., & Geloğulları, F. (2024). Öğrenci güvenliği ve refahı: Öğretmen görüşleri. *Ulusal Eğitim Dergisi*, 4(2), 734-750.

Çelik, F., & Uçar, R. (2024). Öğretmenlerin kriz durumlarına ve kriz yönetimi becerilerine ilişkin görüşlerinin incelenmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 38(2), 467-481.

Çetin, B. (2013). Sınıfta istenmeyen öğrenci davranışlarıyla ilgili sınıf öğretmenlerinin karşılaştıkları sorunlar ve çözüm önerileri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 255-269.

Creswell, J. W. (2016). *Nitel araştırma yöntemleri* (Çev. M. Bütün, S. B. Demir). Ankara: Siyasal Kitapevi.

Dağ, H., Ekinci, E., Yıldırım, Ş., Yuvaç, A., & Akdoğan, E. (2023). İlköğretim okullarında çalışan öğretmenlerin karşılaştıkları istenmeyen öğrenci davranışları ve kullandıkları başa çıkma yöntemleri ile ilgili lisansüstü tezlerin incelenmesi. *Akademik Tarih ve Düşünce Dergisi*, 10(1), 160-173.

Dai, A., & Araz, A. (2021). Anlaşmazlıklarımızı çözebiliriz, çatışma çözümü eğitim programı: Batı Trakya ilköğretim örneklemini. *Psikoloji Çalışmaları*, 41(2), 645-671. <https://doi.org/10.26650/SP2021-852786>

Doğan, S. (2020). Öğretmen algısına göre istenmeyen öğrenci davranışları. *Çağdaş Yönetim Bilimleri Dergisi*, 7(2), 148-159.

Duymaz, E., Akdoğan, T., & Tuncer, E. (2023). Öğrencilerde istenmeyen davranışlar ve bu davranışları engelleme yaklaşımları. *Bayterek Uluslararası Akademik Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 17-35. <https://doi.org/10.48174/buaad.1284757>

Ekinci, C. E., & Burgaz, B. (2009). İstenmeyen öğrenci davranışlarının öğretmen ve okuldan kaynaklanan nedenleri. *Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(22), 91-111.

Erdem, A. R., & Egemen, Ö. (2016). Sınıf öğretmenlerinin davranış yönetiminde karşılaştığı sorun davranışlar. In K. Beycioğlu, N. Özer, D. Koşar, & İ. Şahin (Eds.), *Eğitim yönetimi araştırmaları* (pp. 193-204). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Erol, O., Özyayın, B., & Koç, M. (2010). Sınıf yönetiminde karşılaşılan olaylar, öğretmen tepkileri ve öğrenciler üzerindeki etkileri: Unutulmayan sınıf anılarının analizi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 16(1), 25-47.

Gökkyer, N., & Doğan, B. (2016). İstenmeyen öğrenci davranışları ve nedenlerine ilişkin yönetici ve öğretmen görüşleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26(1), 93-106. <https://doi.org/10.18069/fusbed.82121>

Gündüz, Y., & Can, E. (2023). Öğrenci görüşlerine göre öğretmenlerin istenmeyen öğrenci davranışlarını yönetme becerileri. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 32, 115-134. <https://doi.org/10.54600/igdirsosbilder.1190009>

Kaplan, S., Kalman, M., & Akcan, E. (2021). Mesleğe yeni başlayan sınıf öğretmenlerinin sınıf yönetiminde karşılaştıkları istenmedik davranışlara ve bu davranışlar karşısında uyguladıkları yaklaşımlara ilişkin görüşleri. *Öğretmen Eğitiminde Yenilikçi Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 132-146. <https://doi.org/10.29329/jirte.2021.372.3>

Keskin, R. (2002). Sınıf öğretmenlerinin sınıf yönetimi ve istenmeyen öğrenci davranışlarıyla baş etmede kullandıkları yöntemlere ilişkin görüşlerinin belirlenmesi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yeditepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Korkmaz, T., Gönül, E., & Odabaşı, H. (2024). Sınıf öğretmenlerinin karşılaştıkları istenmeyen öğrenci davranışları ve bu davranışları önleme stratejileri. *Uluslararası Eğitime Özgün Bakış Dergisi*, 2(1), 112-128. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10688681>

Küleççi, A. E. (2019). İlkokul öğrencilerinin sergiledikleri istenmeyen davranışlar. *Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(35), 30-40.

Medikoğlu, O., & Dalaman, O. (2018). Öğretmenlerinin derste karşılaştıkları istenmeyen öğrenci davranışları ve bu davranışlara yönelik çözüm stratejileriyle ilgili öğretmen görüşlerinin belirlenmesi. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4(3), 20-32.

Özdemir, K. M., & Özdemir, Ö. (2023). Sınıf yönetiminde istenmeyen öğrenci davranışlarını önlemeye yönelik öğretmen davranışlarının incelenmesi. *International Social Sciences Studies Journal*, 9(111), 6866-6877. <http://dx.doi.org/10.29228/sssj.69596>

Özer, B., Bozkurt, N., & Tuncay, A. (2014). İstenmeyen öğrenci davranışları ve öğretmenlerin kullandıkları başa çıkma stratejileri. *Turkish Journal of Educational Studies*, 1(2), 152-189.

Özdemir, M. (2010). Nitel veri analizi: Sosyal bilimlerde yöntem bilim sorunsalı üzerine bir çalışma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 323-343.

Özmen, K. Z. (2017). Öğretmenlerin, öğrencilerin istenmeyen davranışlarında kullandıkları başa çıkma yöntemleri. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 4(8), 55-71.

Sadık, F., & Aslan, S. (2015). İlkokul sınıf öğretmenlerinin disiplin problemleri ile ilgili görüşlerinin incelenmesi. *Electronic Turkish Studies*, 10(3), 115-138.

Saygılı, G., & Gürşimşek, İ. (2008). Sınıfta istenmeyen davranışlara ilişkin öğrenci görüşleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 152-159.

Subaşı, M., & Okumuş, K. (2017). Bir araştırma yöntemi olarak durum çalışması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 419-426.

Şahin, S., & Arslan, M. C. (2014). Öğrenci ve öğretmen görüşlerine göre istenmeyen öğrenci davranışlarına karşı kullanılan öğretmen stratejilerinin öğrenciler üzerindeki etkileri. *Turkish Studies*, 9(2), 1399-1415.

Talayhan, E., Arı, C., Ezgin, E., Akın, M. Z., & Afşin, Ö. (2022). Sınıf öğretmenlerinin sınıf yönetiminde karşılaştıkları disiplin sorunları ve bu sorunların çözümlerine ilişkin görüşleri. *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi*, 5(10), 1391-1402.

Tutar, H. (2023). Nitel araştırma deseni belirleme ölçütleri ve gerekçelendirilmesi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(1), 334-355. <https://doi.org/10.21180/iibfdkastamonu.1190123>

Ünal, A. (2010). İstenmeyen davranışların yönetimi. In R. Sarpkaya (Ed.), *Sınıf yönetimi* (pp. 255-294). Ankara: İhtiyaç Yayıncılık.

Yazıcı, G. H., & Batmaz, M. (2021). Antisozyal kişilik bozukluğu olan bireylerde psikoeğitimin öfke davranışlarına etkisi. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 13, 298-310. <https://doi.org/10.18863/pgy.987805>

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

Yılmaz, Y. K., & Eldeleklioğlu, J. (2019). Okul ortamında krize müdahale ile ilgili öğretmen görüşlerinin incelenmesi. *Okul Psikolojik Danışmanlığı Dergisi*, 2(1), 29-45.

Sınıf Öğretmenlerinin Özel Yetenekli Öğrencileri Keşfetme Yollarının Belirlenmesi

Nilda ÇAĞAN¹, Nida BAYINDIR ²

¹E-mail: nildacagan@hotmail.com; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Eskişehir / Türkiye. ORCID. 0009-0007-9658-2277

²E-mail: nida.bayindir@ogu.edu.tr; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Eskişehir / Türkiye. ORCID. 0000-0001-8329-358X

Özet

Özel yetenekli öğrencilerin ilgi ve yetenekleri doğrultusunda keşfedilmesinde ve uygun eğitimleri alabilmesi için yönlendirilmesinde sınıf öğretmenleri önemli bir role sahiptir. Sınıf öğretmenlerinin özel yetenekli öğrencilerini keşfi öğrencilerin var olan kapasitelerini kullanmalarına, yeteneklerini geliştirmelerine ve eğitim süreçlerini daha verimli hale getirmelerine katkı sunar. Araştırma, sınıf öğretmenlerinin özel yetenekli öğrencilerini keşfine ilişkin görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırma özel yetenekli öğrencilerin keşfi ve özel yetenekli öğrencilerin keşfinde yaşanan zorluklara ilişkin görüşleri deneyimlerini ortaya çıkarmak açısından önem taşımaktadır. Araştırmaya, 2024-2025 eğitim öğretim yılında görev yapan Bilim ve Sanat Merkezlerinde öğrencisi bulunan 15 sınıf öğretmeni katılmıştır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden fenomenoloji araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırma verileri araştırmacı tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmada amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Veriler betimsel analiz tekniği ile yorumlanmıştır. Araştırmada özel yetenekli öğrencilerin sınıf içerisindeki tanımı, diğer öğrencilerden ayırt eden özellikler, öğrencilerin keşfinde kullanılan ders içi ders dışı yöntem ve teknikler, ilgisi olan akademik dersler, diğer öğrencilerden ayırt eden yetenekler, diğer öğrencilerden ayırt eden sosyo-duygusal farklılıklar, keşif sürecinde öğretmenlerin yaşadığı zorluklar, okulda sunulan imkanlar, öğretmenlerin ihtiyaç duyduğu eğitim/rehberlik çalışmaları temalarında elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: ilkokul, özel yetenekli, sınıf öğretmeni

Abstract

Primary school teachers play a crucial role in identifying gifted students in accordance with their interests and abilities and in guiding them toward appropriate educational opportunities. The identification of gifted students by primary school teachers contributes to enabling these students to utilize their existing capacities, develop their talents, and enhance the efficiency of their educational processes. This study aims to determine primary school teachers' perspectives on the identification of gifted students. It is significant in terms of revealing teachers' experiences related to the identification of gifted students and the challenges encountered in this process. The study involved 15 primary school teachers who had students enrolled in Science and Art Centers during the 2024–2025 academic

year. The research employed a qualitative methodology, specifically a phenomenological research design. Data were collected through a semi-structured interview form developed by the researcher. The criterion sampling method, one of the purposeful sampling techniques, was used in the study. The data were analyzed using descriptive analysis. The findings were evaluated under the themes of the definition of gifted students within the classroom, distinguishing characteristics from other students, in-class and extracurricular methods and techniques used for identification, academic subjects of interest, distinguishing talents, socio-emotional differences, challenges experienced by teachers during the identification process, available opportunities at schools, and the training/guidance support needed by teachers.

Keywords: gifted student, primary school teacher, primary school

GİRİŞ

Millî Eğitim Bakanlığının Bilim ve Sanat Merkezleri Yönergesinde; yaşlarına göre daha hızlı öğrenen, yaratıcılık, sanat ve liderlik gibi alanlarda yüksek kapasiteye sahip olan, özel akademik yetenekleri bulunan, soyut fikirleri anlayabilen, ilgi alanlarında bağımsız hareket etmeyi seven ve yüksek düzeyde performans gösteren bireyler özel yetenekli bireyler olarak ifade edilmiştir (MEB,2022). Özel yetenekli tanımının içerisinde bireylerin ortalamanın üzerinde performans göstermesi, sıra dışı kararlar alması, yaklaşım, davranış ve uygulamalarıyla farklı olmaları değerlendirilmektedir (Su, Sağlam ve Mutlu, 2017). Detaylandırılmış başka bir tanımda ise Baykoç Dönmez (2011) özel yetenekliliği; bireyin, genetik özelliklerle var olan ve çevresel uyaranlarla gelişen; fiziksel büyüme ve gelişim, hareket gelişimi, algı-dikkat kontrolü, analiz, sentez, problem çözme gibi bilişsel gelişim, dili anlama ve ifade etme yeteneği, sosyal, duygusal ve estetik gelişim alanlarının birinde ve/veya birkaçında ya da hepsinde çeşitli gözlem ve ölçme araçlarıyla uzman kişiler tarafından gözlenen ve/veya ölçülebilen, yaşlarından ileri düzeyde olma durumu olarak tanımlamaktadır. Bu tanımlardan yola çıkılarak özel yetenekli bireylerin yaratıcılıkta, fikir üretmede, sanatsal ve fiziksel becerilerde özel başarıya sahip bireyler olarak (Güçin ve Oruç, 2015) ifade edilmesi mümkündür.

Özel yetenekli bireylerin ülkelerin gelişmesinde ve hedefledikleri amaçlara ulaşmasında en güçlü kaynaklardan biri olduğu değerlendirilebilir. Bir ülkenin gelişebilmesinde bilim, fen, edebiyat, teknoloji, sanat, ekonomi, eğitim, ticaret, politika ve benzeri alanlarda toplumu yönlendirebilecek bireylere olan ihtiyaç artmaktadır. Bu kapsamda değerlendirildiğinde toplumların sahip olduğu özel yetenekli bireyleri tanılaması ve eğitimi için gerekli düzenlemeleri yapması önemlidir (Demirtaş, 2023). Özel yetenekli bireylerin sahip oldukları ilgi ve yetenekleri geliştirebilmeleri ve kendilerini gerçekleştirebilmeleri bulundukları toplumların gelişmesi için önemlidir. Küçük yaştan itibaren kendi ilgi ve yeteneklerine göre yetişen çocuklar, kendini gerçekleştiren bireyleri ve güçlü bir toplumu oluştururlar. (Özdemir ve Gürten, 2019). Özel yetenekli bireylerin erken tanınması, ilgi ve yeteneklerine uygun bir eğitim almasının sağlanması bu bireylerin gelişimleri açısından önemlidir. Özel yetenekli öğrencilerin zamanında tanılanamaması ve uygun bir eğitimi almasının sağlanamaması durumunda bu bireyler var olan potansiyellerini ortaya çıkaramayacak ve toplumlar için telafisi olmayan sorunlar ortaya çıkaracaktır. Bu durumun engellenmesi için toplumlar bu bireyleri erken yaşta keşfetmeli ve uygun eğitim ortamlarını sağlamalıdır. (Dağlıoğlu, 1995)

Bu gerekçelerle dünya genelinde çeşitli tanılama teknikleri tasarlanmış, eğitim merkezleri kurulmuş ve bunları düzenleyen kanunlar çıkarılmıştır (Özdemir-Kemahlı, Kemahlı ve Ekşi, 2018).

Ülkemizin sahip olduğu özel yetenekli bireyleri potansiyelleri doğrultusunda geliştirmesi ve bu bireylerin kapasitelerini ortaya çıkarması, ülkemizin bugünü ve geleceği açısından stratejik önem arz etmektedir (Bakioğlu ve Levent, 2013). Özel yetenekli öğrencilerin küçük yaşlarda fark edilmesi, kabiliyetlerine ve ilgilerine yönelik eğitim koşulları sağlanması önemlidir. Bu öğrencilerin küçük yaşlarda fark edilebilmesi için ailelerin, öğretmenlerin ve çevrenin özel yetenekli bireylerin sahip olduğu özellikler hakkında bilgi sahibi olması gerekmektedir (Gümüş Gürler, Şahin ve Akdal, 2023). Özellikle sınıf öğretmenlerinin, özel yetenekli öğrencileri fark etme ve onlara rehberlik etme konusunda kritik bir rol oynadığı söylenebilir (Gürler,2021).

Alan yazın tarandığında ve yapılan araştırmaların bulguları değerlendirildiğinde öğretmenlerin özel yetenekli öğrenciler hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları söylenebilir (Gökdere ve Ayvacı, 2004; Neumeister, Adams, Pierce, Cassidy, ve Dixon, 2007). Öğretmenlerin bu konudaki bilgi eksikliğinin özel yetenekli öğrencilerin, özel eğitim kurumlarına ya da okul dışı programlara aday göstermede ya da yönlendirme de yeteri kadar başarılı olamayacaklarının bir göstergesi olarak da kabul edilebilir (Akar, Akar, 2012).

Özel yetenekli öğrencilerin ilgi ve yetenekleri doğrultusunda keşfedilmesinde ve uygun eğitimleri alabilmesi için yönlendirilmesinin yapılmasında sınıf öğretmenleri önemli bir role sahiptir. Sınıf öğretmenlerinin özel yetenekli öğrencilerini keşfi öğrencilerin var olan kapasitelerini kullanmalarına, yeteneklerini geliştirmelerine ve eğitim süreçlerini daha verimli hale getirmelerine katkı sunar. Araştırma, sınıf öğretmenlerinin özel yetenekli öğrencilerini keşfine ilişkin görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırma kapsamında şu sorulara cevap aranmaya çalışılmıştır:

1. Özel yetenekli öğrencilerin sahip olduğu özellikler nelerdir?
2. Özel yetenekli öğrencilerin keşfinde yaşanan zorluklar nelerdir?

YÖNTEM

Sınıf öğretmenlerinin özel yetenekli öğrencilerin keşfine ilişkin görüşlerini belirlemeyi amaçlayan araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden olan fenomenoloji (olgubilim) kullanılmıştır. Fenomenoloji deseni; birkaç kişinin bir fenomen veya belli bir kavramla ilgili yaşanmış deneyimlerinin ortak anlamını ortaya çıkaran bir desendir. Bu desende amaç, belli bir olguyu (fenomeni) derinlemesine yaşayan kişilerin deneyimlerinin özünü anlamaktır (Creswell, 2018). Bu desenin seçilme nedeni sınıf öğretmenlerinin özel yetenekli öğrencileri keşif sürecinde yaşadıkları deneyim ve tecrübelerin derinlemesine incelenmek istenmesidir.

Araştırmanın çalışma grubunu 2024-2025 eğitim öğretim yılında Millî Eğitim Bakanlığına bağlı okullarda görev yapan Bilim ve Sanat Merkezi'ne devam eden öğrencisi olan gönüllü 15 sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan öğretmenlerin belirlenmesinde amaçlı örneklem yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ölçüt örneklemedeki asıl nokta seçilecek olan durumların bilgi verme açısından zengin olmasıdır (Marshall, 1996). Araştırmada ölçüt örneklem kullanılmasının sebebi özel yetenekli öğrencisi olan öğretmenlerin süreçteki bilgi ve deneyimlerinden faydalanmak istenmesidir.

Tablo 1.Araştırmaya Katılan Öğretmenlerin Demografik Değişkenleri

Katılımcılar	Cinsiyet	Yaş	Mesleki Kıdem	Okutulan Sınıf Düzeyi	Mezun Olunan Bölüm
Ö1	Kadın	35	12 Yıl	3.	Sınıf Öğretmenliği
Ö2	Kadın	56	37 Yıl	4.	Sınıf Öğretmenliği
Ö3	Kadın	40	17 Yıl	3.	Sınıf Öğretmenliği
Ö4	Kadın	50	25 Yıl	4.	Sınıf Öğretmenliği
Ö5	Kadın	43	20 Yıl	4.	Sınıf Öğretmenliği
Ö6	Kadın	34		3.	Sınıf Öğretmenliği
Ö7	Erkek	52		3.	Sınıf Öğretmenliği
Ö8	Kadın	45	20 Yıl	4.	Sınıf Öğretmenliği
Ö9	Kadın	45	21 Yıl	4.	Sınıf Öğretmenliği
Ö10	Kadın	58	28 Yıl	3.	Anadolu Ü. Yönetim
Ö11	Erkek	54	27 Yıl	4.	Biyoloji
Ö12	Kadın	54	32 Yıl	2.	Sınıf Öğretmenliği
Ö13	Erkek	37	14 Yıl	3.	Sınıf Öğretmenliği
Ö14	Erkek	50	25 Yıl	4.	Sınıf Öğretmenliği
Ö15	Kadın	31	7 Yıl	2.	Sınıf Öğretmenliği

Araştırma yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile yapılmıştır. Araştırmalarda görüşme tekniğinin kullanılmasının en temel sebebi, ilgilenilen konuya ilişkin deneyimlerin ortaya çıkarılması ve araştırılan konunun derinliğine ulaşılması isteğidir (Braun ve Clarke, 2013). Böylelikle araştırmacı tarafından görüşülen kişinin yanıtlarını genişletmek ve bilgi üretmek için gerekli ortam yaratılmakta ve derinliğin elde edilmesi sağlanmaktadır (Rubin ve Rubin, 2005). Katılımcılara sorular çevrim içi platformdan iletilmiş, yanıtlar yine aynı yoldan elde edilmiştir. Katılımcılara araştırmanın amacı ile ilgili bilgilendirme yapılmış ve gönüllü katılımları sağlanmıştır.

Görüşme formlarından elde edilen veriler her katılımcı için (Ö1, Ö2...Ö15) numaralandırılarak sıralanmıştır. Betimsel analizle görüşme yapılan bireyleri tanıttıcı bulgular değerlendirilir, birbirine benzediği ve birbiri ile ilişkisi olduğu tespit edilen veriler belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirilerek yorumlanır. (Altunışık ve Diğerleri, 2010). Betimsel analiz, nitel araştırmalarda veriyi anlamlandırmak ve organize etmek amacıyla kullanılan bir yöntemidir. Bu analiz türü, toplumsal olayları,

durumları veya olguları olduğu gibi tanımlamaya, betimlemeye ve mevcut durumun ayrıntılı bir resmini çizmeye odaklanır. Elde edilen verilerden temalandırma/kategorilendirme işlemi yapılabilmesi için öncelikle verilerden kod havuzu oluşturulmuştur. Kodların benzerlik ve farklılıkları göz önünde bulundurularak temalara ulaşılmıştır.

Araştırmanın katılımcıları farklı illerden seçilerek genellenebilirliğinin güçlendirilmesi amaçlanmıştır. Örneklemi tanıma ve araştırma verilerinin bağlamını oluşturmak için araştırmaya katılım sağlayan öğretmenlerin demografik bilgilerine ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir. Öğretmenlerin araştırmaya gönüllü olarak katılımı sağlanmış ve kişisel verileri saklı tutulmuştur. Araştırmadan elde edilen ham veriler saklanmaktadır.

BULGULAR

Sınıf öğretmenlerinin özel yetenekli öğrencileri keşfetme konusundaki deneyimlerini ve karşılaştıkları zorlukları belirlemek için yapılan bu araştırmada verilerden elde edilen bulgular Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2. Özel Yetenekli Öğrencilerin Özellikleri

Tema	Kodlar	Öğretmen Görüşleri
Sınıf içerisindeki tanımı	Akademik olarak ileride olma	Ö14: Arkadaşlarına oranla akademik bakış açısı çok fazla gelişmiş, çözümlemeleri daha kısa ve etkili öğrenci.
	Farklı bakış açısına sahip olma	Ö4: Özel yetenekli öğrenciler sınıf içerisinde benim sorduğum sorulara farklı bakış açısıyla cevap verirler. Özel yetenekli çocukların en belirgin özellikleriyle meraklı olmaları, konulara farklı bakış açılarıyla bakıyorlar.
	Sosyal beceri konusunda geride olma	
	Derslerde dikkatli olma	
	Sorumluluk sahibi olma	Ö10: Akranlarına göre daha üstün becerilere sahip, üretken ve meraklı öğrencilerdir.
	Yönergeyi uygulama	
	Meraklı olma	
	Mizah yönü kuvvetli olma	
	Lider kişiliğe sahip olma	
	Duygusal olma	
	Hızlı öğrenen	
	Yaratıcı olma	
	Öğrenmeye karşı istekli olma	

Daha meraklı olma

Ö3: Konulara hazır geliyor, okuma yazma becerisi yüksek, akademik başarıda çok önde.

Detaycı olma

Araştırmayı ve öğrenmeyi sevmek

Ö5: Okul süreci içerisinde konu hakkında farklı bakış açıları oluyor. Birçok çocuğun görmediğini görüyor. Enteresan ya da bilemeyeceği konularda bilgi sahibi oluyorlar. Bu da benim onları fark etmemi sağlıyor.

Teknolojiye ilgili olma

Lider kişiliğe sahip olma

Ö9: Özel yetenekli öğrencileri sınıfınızdaki diğer öğrencilerden ayırt etmemi sağlayan özellikleri, sese, gürültüye karşı hassasiyetleri, görsel sanatlar dersinde yaptığı çalışmalarındaki farklı boyutların olması, erken okumaya geçmiş olması, matematik işlemlerinde daha pratik olması ve konuyu hemen algılayabiliyor olmasıdır. Ayrıca duygularını yoğun yaşıyor olması, normal bir öğrencinin üzerinde durmayacağı bir durum için çok hassasiyet göstermeleridir. Duyarlı davranışlarıdır.

Yaratıcı olma

Okuma yazma becerisinin önde olması

Duyarlı olma

Farklı bakış açısına sahip olma

Dil becerilerinde üstünlük

Matematik becerisinde üstünlük

Görsel sanatlar dersinde üstünlük

Kullanılan ders içi ders dışı yöntem ve teknikler	Akademik oyunlar	Ö15: Derste verilen problemlere yaklaşımını gözlemlerim. Özellikle açık uçlu sorular sorarak daha detaylı bilgi almaya çalışırım. Özel bir ilgisinin olup olmadığını anlamak için de yarışmalar, projeler ve kulüp çalışmalarına yönlendiririm.
	Araştırma görevleri	
	Yaratıcılık gerektirecek çalışmalar	
	Grup çalışmaları	Ö7: Sınıf içinde akıl ve zekâ oyunları çalışmalarına ağırlık veriyorum. Sudoku, kendoku, mangala vb. oyunları sık sık oynarız. Sürekli satranç maçları yaparız.
	İstasyon	
	Gösterip anlatma	Ö14: Soru-cevap, kendin bul, kendini tanımla, kendin tamamla, beyin fırtınası, istasyon tekniği, görsel yorumlama.
	Akıl ve zekâ oyunları	
	Spor alanındaki başarılar	Ö9: Özel yetenekli öğrencileri keşfetmemi sağlayan ders içi ya da ders dışı etkinliklerde kullandığım yöntem ve teknikler arasında drama, gözlem, soru-cevap vardır.
	Gözlem yapma	
	Drama	Ö13: Zaman zaman Bilsem örnek soruları çözdürür, zekâ oyunları, doğaçlama gibi etkinlikler planlarım.
	Yetenek testleri	
	Doğaçlama	
	Soru-cevap	
	Kendin bul	
	Kendini tanımla	
	Kendin tamamla	
	Beyin fırtınası	
İlgisi olan akademik dersler	Fen Bilimleri	Ö2: Sınıfta beş tane özel yetenekli öğrencim var. Ben bu soruya da hepsini göz önüne alarak cevap vereceğim. Genelleme olarak Matematik ve fen derslerine ilgi duyuyorlar. Deney yapmak bir şeyi kanıtlamak veya bir ürün ortaya çıkarmak çok hoşlarına gidiyor.
	Matematik	
	Görsel Sanatlar	
	Türkçe	Ö12: Sınıftaki öğrencim her derse ilgili ama matematik ve resim (görsel sanatlar) dersi diyebilirim.
	Beden Eğitimi ve Oyun	
	Müzik	Ö9: Sınıftaki özel yetenekli öğrencimin akademik olarak matematik, görsel sanatlar, fen bilimleri gibi derslere daha fazla ilgisi vardır.
	Sosyal Bilgiler	Ö1: Özellikle fen ve matematiğe ilgilidir. Bilim insanların, matematiğin doğası, tarihi cezbetmekte.

Diğer öğrencilerden ayırt eden yetenekler	Ayrıntılı düşünüp, ilişkilendirme yapmak	Ö2: Bilinmeyi araştırarak. Bir işi sonuna kadar pes etmeden yapmak.
	Bilinmeyi araştırmak	Ö5: Bariz ayırıcı yetenekleri bakış açıları.
	Uzun süreli odaklanabilme	Ö15: Özgün çalışmalar yapmayı sevdiği için yaratıcıdır. Grup çalışmalarında liderlik yeteneğine sahiptir.
	Olaylara bakış açıları	Ö14: Sınıf içi veya sınıf dışı olay, durum ve sorunlardaki olaya yaklaşım tarzı (Farklı ve etkili)
	Hızlı öğrenme	Ö10: Akademik başarı, yetenekleri, merak ve yaratıcılığı.
	Akıl oyunlarına karşı ilgi ve yetenek	
	Üst düzey matematik düşünme becerileri	
	Sorumluluk duygusu	
	Yaratıcı olması	
	Görünmeyen bağlantıları fark etmesi	
	Aşırı düzenli olması	
	Sorgulayıcı olması	
Diğer öğrencilerden ayırt eden sosyo-duygusal farklılıklar	Az sosyal olması	Ö4: Özel yetenekli öğrencilerim özellikle aşırı duyarlı olmaları ile dikkatimi çekiyorlar. Arkadaşlarının özel durumlarına aşırı duyarlılar.
	Duygularını nadir belli etmesi	Ö15: Empati yeteneği yaşatlarından ileri seviyededir. Dışa dönüktür liderlik yapmaktan hoşlanır. Zaman zaman mükemmeliyetçi tavırları olmaktadır.
	İletişiminin kuvvetli olması	Ö12: Öğrencimin diğer öğrencilerle kıyasladığımda çok fazla arkadaşı olmadığını ve bundan da memnunmuş gibi görüyorum. Duygusal bir çocuk değil. Güçlü bir kişiliği var.
	Duyarlı olması	Ö9: Sınıftaki özel yetenekli öğrencimi diğer öğrencilerden ayıran sosyo-duygusal farklılıkları; duyarlı olması, iletişimde biraz sorun yaşaması, alıngan olmasıdır.
	Sosyal uyumunun iyi olması	Ö1: Diğer öğrencilerden daha asosyal diyebilirim. Arkadaşlık kurma, grup çalışmaları konusunda eksiklikleri var. Duygularını çok yansıtamamakta, heyecan, sevinç duygularını nadir göstermektedir.
	Mizah yeteneğinin olması	
	Kırılgan olması	
	Öz verili olması	
	Sorumluluk sahibi olması	
	Lider olması	
	Empati kurabilmesi	
	Mükemmeliyetçi olması	

Okulda sunulan imkanlar

Herhangi bir çalışma yoktur	Ö2: Maalesef okulumuzda özel yetenekli öğrencileri destekleyici çalışma yapılmıyor. Bu öğrenciler haftanın belirli günlerinde BİLSEM 'de eğitim alıyorlar.
Destek eğitim odaları vardır	Ö3: Maalesef herhangi bir çalışma yok. İmkân dahilinde destek eğitim kursları (odaları) açılmakta.
Rehberlik servisi çalışıyor	Ö8: Okul olarak bir destekleme olduğunu düşünmüyorum. Ama sınıf olarak sınıf öğretmeni olarak zümre arkadaşım ile birlikte akli oyunları ile desteklemeye çalışıyoruz. Tabi ki onların ihtiyaçlarını karşılayabiliyor muyuz? Onu bilemiyor. Bu alanda özel eğitimlerimiz olmadığı için kendimizce uygun olduğunu düşündüklerimiz konusunda yardımcı olmaya çalışıyoruz.
Bilimsel ve deneysel gösteriler yapılıyor	Ö10: Akıl ve zekâ oyunları gibi kurslarımız var.
Akıl ve zekâ oyunları gibi kurslar vardır	Ö12: Okulumuzda özel yetenekli öğrenciler için okul sonrası kurslar var.(Zekâ oyunları, kodlama vb.)
	Ö15: Okulumuzda ne yazık ki özel yetenekli öğrencileri destekleyecek imkanlar sunulmamaktadır. Biz öğretmenler kendi çabalarımızla öğrencilerimize destek olmaktadır. Öğrencinin ilgi alanına yönelik özel bir eğitim planı, yeteneklerini geliştireceği kulüp çalışmaları sağlamaktayız.
	Ö14: Sunulmuyor maalesef. Etkinlik-oyun sınıfları yok.

Öğretmenlerin yaşadığı zorluklar

Zorluk yaşamadım	Ö1: Zorluk yaşamadım. Akranlarından akademik farklılığı ile dikkat çektiğinden kolay keşfettim.
Sınıf içi çalışmaların yetersiz olması	Ö2: Hiçbir zorluk yaşamadım. Onlar kendilerini belli ediyorlar zaten.
1.sınıfta tanıma sürecinin erken olması	Ö5: Sınıf kalabalığı ve veli duyguları sorun yaşıyor. Tanılama için bir materyale ihtiyacımız var.
Kalabalık sınıf	Ö7: Bizim gibi kalabalık sınıflarda çocuğu keşfetmek bazen zorlaşabiliyor, gözden kaçabiliyor. Zorluklardan sayabileceğim diğer bir durum ise her velinin kendi çocuğunu üstün yetenekli zannetmesi.
Veli duyguları	Ö15: Sınıfımız kalabalık olduğu için bireysel ilgi göstermek zorlaşıyor. Bu açıdan zamanı da çok yetersiz buluyorum. Öğrencimin görsel sanat çalışmalarına gösterdiği ilgiye yetersiz kaldığımı hissettiğim oluyor. Kendimi bu alanda yetkin görmediğim için zorluk yaşadım.
Zaman yetersizliği	
Dikkat eksiklikleri	
Bilsem sınavına giren öğrenci sayısının az olması	
Rehber öğretmen bulunmayışı	
Tanılanın uzun bir süreç olması	
Farklı alanlarda yetkin olmamak	

Öğretmenlerin ihtiyaç duyduğu eğitim/rehberlik çalışmaları	Bilgi kapsamlı eğitim	Ö1: Öğretmen olarak bu tür öğrencilerle ilgili daha fazla bilgi sahibi olabileceğim eğitim, seminer vb.
	Öğrenci gelişimine katkı sunmaya yönelik eğitim	katılmak isterdim. Okul/ sınıf fiziksel ortamının bu öğrencilere ek etkinlikler yaptırmaya uygun materyale sahip olmasını isterim. Ailenin çocuğuyla ilgili sınırlarını bilmesi adına eğitim almalarını isterdim.
	Rehber öğretmenle ortak çalışma	Ö9: Özel yetenekli öğrencileri keşfetmek ve gelişimine katkı sunmak için ihtiyaç duyduğum eğitim/rehberlik çalışması mutlaka var.
		Ö10: Olabilir. Daha verimli sonuçlar ortaya çıkar.
		Ö13: Bununla ilgili birçok eğitim düzenlenmeli ve özellikle sınıf öğretmenlerinin hepsinin bu eğitimleri alması gerekmektedir.
		Ö15: Öğretmenlere yaratıcı düşünmeyi teşvik eden öğretim teknikleri konusunda eğitim verilebilir. Rehber öğretmenle ortak çalışmalar yürütülebilir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırma, sınıf öğretmenlerinin özel yetenekli öğrencileri keşfetme süreçlerini, karşılaştıkları zorlukları ve bu süreçte dair ihtiyaçlarını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Araştırmanın bulguları doğrultusunda, öğretmenlerin özel yetenekli öğrencileri genellikle akademik başarıları, farklı bakış açıları, meraklı ve yaratıcı olmaları, az sosyal olmaları gibi bilişsel ve davranışsal göstergelerle tanımladıkları anlaşılmıştır. Bu durum, literatürde yer alan tanımlarla örtüşmektedir (Baykoç, 2011; Su, Sağlam ve Mutlu, 2017; Akbüber, Erdik, Güney ve Çimşitoğlu, 2019).

Araştırmaya katılan öğretmenler, özel yetenekli öğrencileri sıklıkla meraklı olma, farklı bakış açısına sahip olma, yaratıcı düşünme, erken okuma yazma becerisi kazanma ve görsel sanatlara ilgisi gibi gözlenebilir özellikleri üzerinden tanımlamaktadır. Öğretmenlerin en çok kullandığı keşif araçlarının ise gözlem, akıl ve zekâ oyunları ve istasyon temelli etkinlikler olduğu görülmüştür. Bu bulgular, informal değerlendirme yöntemlerinin öğretmenler arasında yaygın olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak bu yöntemlerin nesnellik ve güvenilirlik açısından sınırlılık taşıdığı bilinmektedir (Gökdere ve Ayvaci, 2004). Öğretmenlerin bu süreçte bilgi kapsamlı eğitime ihtiyaç duyduklarını göstermektedir. Bu ihtiyaç, öğretmenlerin yalnızca bireysel deneyimlere değil, bilimsel verilere dayalı bir tanımlama sürecine dahil olmaları gerektiğine işaret etmektedir (Gürler, 2021; Demirtaş, 2023). Öğretmenlerin keşif sürecinde öznel değerlendirmelere dayanmaları, özel yetenekli öğrencilerin doğru ve zamanında belirlenememesi riskini doğurmaktadır.

Araştırma sonuçlarına göre öğretmenlerin en sık yaşadığı zorluklar arasında kalabalık sınıflar, veli baskısı ve rehber öğretmen desteğinin eksikliği ön plana çıkmaktadır. Bu bulgular, özel yetenekli bireylerin keşfinde sınıf öğretmenlerinin destekleyici eğitim politikalarına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir (Akar ve Akar, 2012; Gümüş Gürler, Şahin ve Akdal, 2023).

Bir diğer önemli bulgu ise öğretmenlerin büyük çoğunluğunun özel yetenekli öğrencileri destekleyecek eğitim, materyal ve rehberlik kaynaklarına ulaşamamasıdır. “Herhangi bir çalışma yoktur” yanıtı en sık

verilen ifade olmuş, bu durum öğretmenlerin sistemsel destek eksikliği karşısında yalnızlaştığını göstermiştir. Bu bulgu, Dağlıoğlu'nun (1995) erken tanılamanın önemine vurgu yapan çalışmasıyla örtüşmektedir. Destekleyici ortamların sağlanmaması durumunda, bu çocukların potansiyellerinin gelişimi olumsuz yönde etkilenebilir.

Araştırmanın dikkat çeken bir diğer bulgusu, öğretmenlerin büyük ölçüde bilgi kapsamlı eğitim ihtiyacı hissettiklerini belirtmeleridir. Özel yetenekli öğrencilerin belirlenmesi ve eğitim sürecine yönlendirilmesi için öğretmenlerin yalnızca sezgisel bilgiye değil, bilimsel temellere dayalı eğitime erişmeleri gerekmektedir (Demirtaş, 2023; Gürler, 2021).

Öneriler

Sınıf öğretmenlerinin özel yetenekli öğrencileri tanıma, yönlendirme, bu öğrencilerle etkili iletişim kurma ve zenginleştirilmiş eğitim verme konularında hizmet içi eğitimlere katılmaları sağlanmalıdır.

Öğretmen gözlemine dayalı süreçlerin yanında, geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış yapılandırılmış bilimsel ölçme araçları kullanımda yaygınlaştırılmalıdır.

Rehber öğretmenler ve bu alanda uzman kişilerin özel yetenekli öğrencilerin tanınması sürecinde sınıf öğretmenleriyle iş birliği yapması desteklenmeli, bu konuda yapılan çalışmalar geliştirilmelidir.

Okullarda akıl ve zekâ oyunları, proje tabanlı öğrenme, kulüpler ve destek odaları gibi yapılandırılmış eğitim ortamları oluşturulmalı, var olanlar zenginleştirilerek bu öğrencilerin potansiyellerinin gelişimi desteklenmelidir.

Öğretmenlerin tanılama ve sonrasındaki süreçte velilerin yaşadığı duygusal zorluğu en aza indirebilmesi için özel yetenekli çocukların gelişim özelliklerine ilişkin veli bilgilendirme seminerleri düzenlenmelidir.

KAYNAKÇA

- Akar, İ., & Akar, Ş. Ş. (2012). İlköğretim okullarında görev yapmakta olan öğretmenlerin üstün yetenek kavramı hakkındaki görüşleri. *Kastamonu Education Journal*, 20(2), 423-436.
- Akın Akbüber, B., Erdik, E., Güney, H., & Çimşitoğlu, G. (2019). Bilim ve Sanat Merkezleri'nde özel yetenekli öğrencilerin sorunlarının değerlendirilmesinde bir yöntem önerisi: "Özel Yetenekli Çocuk Çalıştayı". *Journal of Gifted Education and Creativity*, 6(1), 22-39.
- Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S., & Yıldırım, E. (2010). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri: SPSS uygulamalı* (6. baskı). Sakarya Yayıncılık.
- Baykoç Dönmez, N. (2011). Üstün ve özel yetenekli çocuklar ve eğitimleri. In N. Baykoç Dönmez (Ed.), *Özel gereksinimli çocuklar ve özel eğitim kitabı* (ss. 361-377). Eğiten Kitap.
- Bekiroğlu, A., & Levent, F. (2013). Üstün yeteneklilerin eğitiminde Türkiye için öneriler. *Üstün Yetenekli Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 31-44.
- Braun, V., & Clarke, V. (2013). *Successful qualitative research: A practical guide for beginners*. Sage.
- Creswell, J. W. (2018). *Nitel araştırma yöntemleri* (Siyasal Kitabevi, Çev.). Siyasal Kitabevi.

- Dağlıoğlu, H. E. (1995). *İlkokul 2.-5. sınıflara devam eden çocuklar arasından üstün yetenekli olanların belirlenmesi* (Yayın No. 40161) [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=X-M9ZoIuIoNTj2P7iY13hceGgKVbqRhSnuSxVM2cTjJl_FGBlkz-5cGUo9UZ8C4p
- Demirtaş, Ö. (2023). *Okul öncesi öğretmenlerinin özel yetenekli öğrencilere yönelik eğitim ihtiyaçlarının incelenmesi: Bir karma yöntem araştırması* (Yayın No. 781349) [Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=r4I1HnmXxFQovUpYAyUmxFd57divkCW_XBN8ON90b-jXEQumBejuYTfv04xXl3s1
- Erdem Gürlen, E., & Özdemir, G. (2019). Üstün yetenekli öğrencilere yönelik zenginleştirilmiş fen bilimleri öğretim programına ilişkin eylem araştırması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (49), 231-255.
- Gökdere, M., & Ayvaci, H. Ş. (2004). Sınıf öğretmenlerinin üstün yetenekli çocuklar ve özellikleri ile ilgili bilgi seviyelerinin belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Eğitim Fakültesi Dergisi*, (18), 17-26.
- Güçin, G., & Oruç, Ş. (2015). Türkiye’de özel yetenekliler ve özel zekâlılar alanında yapılmış akademik çalışmaların çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(2), 113-135.
- Gümüş Gürler, B. (2021). *Özel yetenekli öğrencilerin belirlenmesi hakkında öğretmenlere verilen eğitimin etkililiğinin incelenmesi: Karma yöntem araştırması* (Yayın No. 664387) [Yüksek lisans tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=9MiDp3x86xrwjpi5-14w-UNMN9dKtmUc-hjsaRsSLsvlMGXdyUMS-Sa8M098_kQu
- Gümüş Gürler, B., Şahin, A., & Akdal, D. (2023). Özel yetenekli öğrencilerin belirlenmesi amacıyla öğretmenlere verilen eğitimin öğretmenlerin bilgi düzeylerine etkisi. *Gazi Journal of Educational Sciences*, 9(3), 273-293. <https://doi.org/10.30855/gjes.2023.09.03.002>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2022). *Bilim ve Sanat Merkezi Yönergesi*.
<https://mevzuat.meb.gov.tr/dosyalar/2076.pdf>
- Neumeister, K. L. S., Adams, C. M., Pierce, R. L., Cassady, J. C., & Dixon, F. A. (2007). Fourth-grade teachers’ perceptions of giftedness: Implications for identifying and serving diverse gifted students. *Journal for the Education of the Gifted*, 30(4), 479-499.
- Özdemir, G., & Gürlen, E. (2019). Üstün yetenekli öğrencilere yönelik zenginleştirilmiş fen bilimleri öğretim programına ilişkin eylem araştırması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (49), 231-255.
- Özdemir-Kemahlı, P., Kemahlı, Ş. B., & Ekşi, H. (2018). Özel yetenekli tanısı almaya aday olmak: Ebeveynlerin öğrenci tanılama sürecini aile içi psiko-sosyal deneyimler üzerinden değerlendirmesi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 6(2), 59-83.
<https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.6c2s4m>

- Rubin, H. J., & Rubin, I. S. (2005). *Qualitative interviewing: The art of hearing data* (2nd ed.). Sage.
- Su, Ş., Sağlam, A., & Mutlu, Y. (2017). Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin “Bilsem” ve “Okul” kavramlarına ilişkin algı düzeylerinin metaforlarla karşılaştırılması. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 4(3), 91-108.
- Türksoy, E., & Karabulut, R. (2022). Perceptions of candidate classroom teachers towards gifted students. *e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, (9), 1053-1070. <https://doi.org/10.30900/kafkasegt>

Celâleddin es-Süyûtî'nin Bilimsel Tefsirdeki Yeri

Ahmet YELATAN²⁷

ORCID ID: 0000 0002-3347-1568

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Temel İslâm Bilimleri Ana Bilim Dalı,
Hatay, Türkiye.

ahmet-yelatan@hotmail.com

Hatay Mustafa Kemal University, Social Siencies, Department of Basic Islamic Sciencees, Hatay,
Turkey.

Özet

Bilimsel tefsir hareketi, Abbasiler döneminde tercüme faaliyetleri ile başlayan ve günümüze kadar süregelen Kur'ân'ı anlama metodudur. Bilimsel tefsir, İmâm Gazzâlî (öl. 505/1111) ve Fahreddin er-Râzî (öl. 606/1209) ile zirveye çıkmış, Mursî (öl. 655/1257) ve Celâleddîn es-Süyûtî (öl. 911/1505) ile duraklama dönemine kadar devam etmiştir. Bilimsel tefsiri, klasik ve modern dönem şeklinde iki döneme ayırmak mümkündür. Çünkü her iki dönemin metot ve yöntemi birbirinden farklı olmuştur. Klasik dönem bilimsel tefsir hareketindeki müfessirler, Kur'ân'ın tüm ilimleri ihtivâ ettiğini belirtmiş, Kur'ân'ın mûcizevi yönüne vurgu yapmışlardır. Onların bilimsel tefsir metoduyla asıl amaçladıkları şey, Kur'ân'ın mûciz bir kitap oluşuna dikkatleri çekmektir. Ancak modern dönem bilimsel tefsir hareketi, Kur'ân'ı bilimsel bir kitap olarak ele almaktadır. Modern dönem bilimsel tefsirin savunucuları, Kur'ân'ı, indiği dönem dünyasından uzaklaştırarak akla uzak yorumlar yapmış, Kur'ân'ı bağlamından koparma noktasına kadar getirmişlerdir. Bu çalışma, her iki dönemin birbirinden farklı olduğunu, her iki dönemin mukayesesi yapılmak sûretiyle örneklerle ortaya koyacaktır.

Anahtar Kelimeler: Bilimsel Tefsir, Celâleddîn es-Süyûtî, Kur'ân, Tefsir.

The Place of Jalâl al-Dîn al-Suyûtî In Scholarly Exegesis

Abstract

Scholarly exegesis movement, which later reached its peak with al-Ghazâlî (d. 505/1111) and al-Râzî (d. 606/1209), until the stagnation period was represented by Mursî (d. 655/1257) and Jalâl al-Dîn al-

²⁷ Yüksek Lisans, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Temel İslâm Bilimleri Ana Bilim Dalı, Student, Master Program, Hatay Mustafa Kemal University, Social Siencies, Department of Basic Islamic Sciencees, Hatay, Turkey, ahmet-yelatan@hotmail.com, <https://orcid.org/0000 0002-3347-1568>

Süyûtî (d. 911/1505). It is possible to divide scholarly exegesis into two periods: the classical and the modern period. Because the methods and methods of both periods were different from each other. The commentators in the scholarly exegesis movement of the classical period stated that the Qur'an contained all sciences and emphasized the miraculous aspect of the Qur'an. Their main aim with the scholarly exegesis method was to draw attention to the fact that the Qur'an is a miraculous book. However, the modern scholarly exegesis movement treats the Quran as a scientific book. The advocates of modern scholarly exegesis have distanced the Quran from the world of the time in which it was revealed and have made illogical exegesis to the point of separating the Quran from its context. This study will compare the two periods and show with examples that the two periods are different from each other.

Keywords: Scholarly Exegesis, Jalāl al-Dīn al-Süyûtî, Quran, Tafseer.

GİRİŞ

Kur'ân, indiği dönemde toplumun problemlerini çözmüş, İslâm devletinin temellerini atmıştır. Toplumda bir nizâm tesis ederek onların istek ve ihtiyaçlarını karşılamış, insanoğluna rehberlik etmiştir. Kur'ân, evrensel olmasıyla da kıyamete kadar insanlara rehberlik etmeye devam edecektir. Kur'ân, bu yönüyle her dönem Müslümanlar için temel kaynak sayılmıştır. Toplum içinde bir düzen ile yasanın ortaya konması ve İslâm-Kur'ân medeniyetinin kurulup gelişmesi için Kur'ân'ın iyi anlaşılması gerekmektedir. Kur'ân'ın anlaşılması noktasında üzerinde her dönem çalışmalar yapılmış, bu yolda ciddi gayretler sarf edilmiştir. Bu çalışmalardan biri de modern dönemde isimlendirilen bilimsel tefsir hareketidir.

Bilimsel tefsir hareketini, klasik ve modern dönem şeklinde iki kısma ayırmak mümkündür. Çünkü her iki dönemin metot ve ilkeleri birbirinden farklı olmuştur. Bu çalışmada, modern dönem bilimsel tefsir öncüleri tarafından referans olarak gösterilen Celâleddin es-Süyûtî'nin bu alandaki görüşlerine yer verilecek klasik ile modern dönem bilimsel tefsir hareketinin metot ve yöntemlerine işaret edilecektir.

Bu çalışmada, Süyûtî'nin “*el-İtkân fî Ulûmi'l-Kur'ân*” ve “*el-İklîl fî İstinbâtî't-Tenzîl*” adlı eserlerinden, Muhammed Hamdi Yazır'ın “*Hâk Dini Kur'ân Dili*” adlı eserinden, Bayraktar Bayraklı'nın “*Yeni Bir Anlayışın Işığında Kur'ân Tefsiri*” adlı eserinden, İsmail Cerrahoğlu'nun “*Tefsir Tarihi*” adlı eserinden, Elisabeth Sartain'nin *Celâleddîn Süyûtî Hayatı ve Eserleri* adlı eserinden yararlanılmıştır.

Ayrıca Diyanet İşleri Başkanlığı'nın “*Kur'ân yolu: Türkçe Meal ve Tefsir*” adlı eserinden ve “*Türkiye Diyânet Vakfı İslâm Ansiklopedisi*”nden istifade edilmiştir. Çalışmada yararlanılan diğer eserler Kaynakça bölümünde zikredilmiştir.

YÖNTEM

Çalışmada bilimsel tefsir alanında, klasik ve modern dönemde kaleme alınan çalışmalar incelenmiş olup, özellikle konumuzun temelini teşkil eden Süyûtî'nin *el-İtkân* ve *el-İklîl* adlı eserlerinde yer alan kevnî âyetler üzerinde durulmuştur. Müellifin bu âyetler bağlamında yaptığı nakiller ve yorumlar ön plana çıkartılarak modern dönemde yapılan yorumlarla kıyas edilmiştir.

Bilimsel tefsir hareketinin tanımı ve tarihi seyri özet şeklinde ele alınmış olup Süyûtî hakkında kısa ve öz bilgiler verilmiştir. Süyûtî'nin kaleme aldığı *el-İklîl* adlı eser kısaca tanıtılıp bu eserden örnekler verilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar, tartışma bölümünde zikredilmiştir.

BULGULAR

Bilimsel Tefsir

Bilimsel tefsir; “*Müşpet ilmin kullandığı görüş ve önerileri Kur’ân âyetlerinde arama, bu âyetlerden felsefi ve ilmî meseleleri ortaya çıkarma faaliyeti*” şeklinde tanımlanmıştır. (Cerrahoğlu, 1988, s.426) Kur’ân’da kevnî âyetlerin yer alması, birtakım müfessirlerin özellikle dikkatini celb etmiş, bir kısmı bu âyetlerden yola çıkarak Kur’ân’ın i’câzi yönüne vurgu yapmış, bir kısmı da bu âyetleri modern bilim ışığında yorumlayarak Kur’ân’ı bilimsel bir kitap olarak görmüştür.

Bilimsel tefsir hareketinin öncüleri arasında İmâm Gazzâlî (öl. 505/1111), İbn-i Rüşd (öl. 595/1199), Fahreddîn er-Râzî (öl. 606/1209), İbnü’l Arabî (öl. 638/1240), Muhammed el-Mursî (öl. 655/1257), Zerkeşî (öl. 794/1391), Celâleddin Süyûtî (öl. 911/1505), Ahmet el-İskenderânî (öl. 1306/1888), Ahmet Muhtar Paşa (öl. 1839/1918), Tantâvî Cevherî (öl. 1359/1940) yer almaktadır. Bilimsel tefsire karşı çıkanlar arasında Şâtîbî (öl. 790/1388) ve Emin el-Hûlî (öl. 1386/1966) yer almaktadır.

Celâleddîn es-Süyûtî

Süyûtî, 1 Recep 849’da (3 Ekim 1445) Kahire’de doğdu. (Özkan, 2010, s.188) Babası ilimle uğraşmış bu yönüyle ilk hocası babası olmuştur. Hayatının sonlarına doğru inzivaya çekilmiştir. Kolunda bir şişlik oluşmasından dolayı ağır bir hastalığa yakalanır ve 19 Cemâziye’l-Evvel 911’de (18 Ekim 1505) vefat eder. (Sartain, 2002, s.79)

İslâmi ilimler sahasında zirveye çıkan Süyûtî, bulunduğu dönemin âlimlerini geride bırakmıştır. Şöhretiyle yaşadığı dönemde nâm salmıştır. İslâmi ilimlerde eser kaleme almış, bu eserler âlimlerin başvurduğu temel kaynaklar olmuştur. En önemli eserleri arasında “*el-İtkân fî Ulûmu’l-Kur’ân*”, “*ed-Durru’l-Mensûr*” ve “*Celâleyn Tefsiri*” sayılır. İlk dönemlerde fikirleri her ne kadar benimsenmese de vefatına müteakip fikirleri benimsenmiş ve âlimler arasında kabul görmüştür. Süyûtî’nin eserleri İslâm coğrafyasına yayılmış ve araştırmacılar tarafından okunmuştur. (Sartain, 2002, s.9)

Süyûtî, 30 yaşlarındayken kaleme aldığı eserleri tüm İslâm coğrafyasında meşhur olup yayılmıştır. İslâm dünyasının meşhur âlimleri kendisine mektuplar göndermiş o da mektuplara cevap yazmıştır. Kaleme aldığı eserleri her daim araştırmacılarda bir merak uyandırmıştır. Süyûtî’nin hocaları onun zekâsına güvenmiş, her dâim kendisini takip etmişlerdir. Talebeleri yayıldıkları İslâm coğrafyasında eserlerini yanlarında taşımışlardır. Eserleri o kadar muteber ve meşhur oldu ki farklı bölgelerden gelen mütercim âlimler eserlerini istinsâh etmiştir. Bu sebeptendir ki eserleri tercüme edilerek hızlıca İslâm coğrafyalarında ve beldelerinde yayılmıştır. (Özkan, 2010, s.190)

Süyûtî, “*el-İtkân* adlı eserinde, Kur’ân’da yer alan bazı ilimleri tasnif eder. Eserin altmış beşinci bölümün başında, En’âm 6/38; “*Biz bu kitapta (Kur’ân’da) hiçbir şeyi eksik bırakmadık.*” ve Nahl 16/89; “*Bu kitabı (Kur’ân’ı) her türlü konuda bir açıklama olarak sana indirdik.*” âyetlerini delil olarak kullanır. Bu âyetleri ele alışının sebebi, Kur’ân’ın tüm ilimleri ihtivâ eden bir kaynak olduğunu göstermek içindir. Nitekim bu âyetleri ele aldıktan sonra Hz. Peygamber’den nakledilen rivâyeti zikretmiştir: “*İlerde birtakım fitneler zuhûr edecektir buyurması üzerine orada bulunan sahabîler bu fitnelerden nasıl beri olacaklarını Hz. Peygamber’e sorarlar. Bunun üzerine Hz. Peygamber; ‘Allah’ın kitabı Kur’ân’a sarılın. Çünkü Kur’ân’da evvel ve sonrakilerin haberleri vardır.’ buyurmuştur.*” (Süyûtî, 2021, s.661) Süyûtî, bu bölümün sonunda,

bir kitap te'lif ettiğinden, bu kitaba *el-İklîl fî İstinbâtî't-Tenzîl* adını verdiğinden bahsetmiştir. Söz konusu bu kitapta, fıkıh ve usûlü, i'tikâd/kelâm ve başka bazı meseleleri de ele aldığını, kitabın bu alanda oldukça faydalı ve zengin bilgiler ihtivâ ettiğini, bu bilgilere vakıf olmak isteyen araştırmacıların muhakkak bu kitaba müracaat etmesi gerektiğini ifade etmiştir. (Süyûtî, 2021, s.668) Süyûtî'nin kaleme aldığı, “*Mu'terekü'l-Akrân fî İ'câzi'l-Kur'ân*” adlı eserinde, delilleri ortaya koyarak birçok ilmin Kur'ân'dan sâdır olduğunu belirtir ve birçok eserinde yaptığı nakilleri burada da tekrar etmiştir.

El-İklîl Fi İstinbâtî't-Tenzîl

Süyûtî'nin kaleme aldığı “*el-İklîl fî İstinbâtî't-Tenzîl*” adlı eseri, âyetlerden hüküm istinbât etme şeklinde telif edilmiştir. Eser tek bir ciltten oluşmaktadır. Eserde, Kur'ân'daki tertip sıralaması dikkate alınarak 109 sûre ve içinde hükmün olacağını düşünülen 1101 âyet tefsir ve te'vîl edilmiştir. 5 sûre (el-Hâkka, ez-Zâriat, el-Kâria, el-Fîl, el-Kâfirûn) tefsir edilmemiş, bazı sûrelerin (el-Nas, el-İhlas, en-Nasr, el-Hümeze, el-Asr, et-Tekâsür, el-Kadr) altında genel bir açıklama yapılmakla yetinilmiştir.

el-İklîl adlı eser, hem rivâyet hem de dirâyet özelliklerini taşımaktadır. Eserin içi müellifin ifadesiyle zengin bilgilerle doludur. (Süyûtî, 1971, s.20) Ahkâm konulu tefsir özelliklerini taşımakla birlikte eser, diğer İslâmî alanlara kaynaklık edecek tefsir, te'vîl ve yorumlar barındırmıştır. Süyûtî, içerisinde açıkça hüküm bulunmayan Kur'ân kıssalarından ve mesellerinden hüküm istinbât etmiştir. (Yelatan, 2022, s.835-845) Bazı sarf-nahiv-belâgat konularına da işaret edilmiştir. Ancak bu te'viller kaynak sayılacak kadar uzun değildir. Fıkıh ve kelâm konuları ağırlıklı olarak işlemiş, fıkıh usûlüne dair kâide ve kurallara da işaret edilmiştir. *el-İklîl*, itikâdî yönden Eş'ârî, fikhî yönden Şâfiî mezhebinin görüşlerini kapsamaktadır. Müellif, mezhep taassubuna girmemiştir.

***el-İklîl*'in Bilimsel Tefsir Ekolündeki Yeri**

Süyûtî, ‘*Hutbetü'l Kitap*’ bölümünde, Kur'ân'ın, tüm ilimleri kapsadığı ve ilimlerin kaynağı olduğunu belirtmiştir. Müellif, ortaya çıkan her türlü bilginin ve haberin Kur'ân'da yer aldığını yaptığı nakillerle ifade etmiştir. Müellif, kişinin ihtiyacı olan her şeyin bu kitapta yer aldığını vurgulamış, Kur'ân'ın bir derya olduğunu belirtmiştir. Yorum ve nakillerle, Kur'ân'ın mûcizevi bir kitap olduğuna dikkatleri çekmiştir. Tabiat ve evrenden bahseden âyetlerle kendi döneminde ortaya çıkan bilgi ve bulguları karşılaştırmış, aralarındaki benzerliği konu edinmiş, bu yönüyle Kur'ân'ın akıl üstü bir kitap oluşunun i'câzlığına vurgu yapmıştır. (Süyûtî, 1971, s.11-24)

Süyûtî, bazı âyet ve kıssalarda yer alan birtakım meslek ve işlere işaret etmiş, meslek ve meslek gruplarının, âlet ve edevâtın Kur'ân ibarelerinden ortaya çıktığını iddia etmiş ve bu iddiasını Mursî'den yaptığı nakillerle desteklemiştir. (Süyûtî, 1971, s.16-18)

Dünyanın şekli ve keyfiyeti konusunda ortaya atılan teoriler, İslâm âlimlerince de tartışılan bir mesele olmuştur. Bu meseleyi eserinde tartışan âlimlerden biri de Süyûtî'dir. Bir örnek olarak Gâşiye Sûresi 20. âyet verilebilir:

﴿وَالِی الْأَرْضَ کَیْفَ سَطَحَتْ﴾

“Öyleyse insanlar yeryüzünün nasıl yayıldığına bakıp ibret almazlar mı?”

Süyûtî, astronomilerin “Yeryüzü küre şeklinde yuvarlaktır” söylemlerinin bu âyet ile reddedilebileceğini belirtmiştir. Ayrıca Celâleddin el-Mahallî’nin de (öl. 864/1459) bu görüşü benimsediğini ifade etmiştir. (Süyûtî, 1971, s.286)

Süyûtî, Âli İmrân Sûresinin 27. âyetini şöyle yorumlamıştır:

﴿ تُولِجُ اللَّيْلَ فِي النَّهَارِ وَتُولِجُ النَّهَارَ فِي اللَّيْلِ ﴾

“Geceyi gündüz vaktine, gündüzü de gece vaktine katarsın” meâlindeki bu âyeti Süyûtî, astronomi ve vakitleri belirleme ilminin temelini teşkil ettiğini beyân etmiştir. (Süyûtî, 1971, s.68)

Allah’ın evrenle ilgili ortaya koyduğu âyetler bilme ışık tutmaktadır. Kevnî âyetler üzerinde düşünüldüğünde bunların hakikatlerine vâkıf olmak zor değildir. Bu durum, Kur’ân’ın anlaşılması noktasında gayet normal bir durumdur. Bu âyetlerin varlığından dolayı Kur’ân’a bilimsel bir gözle bakmak doğru değildir. Çünkü Kur’ân, bilimden bahseden bilimsel bir kitap değildir. Kevnî âyetlerden hedeflenen asıl amaç bilim değil, imân, tevhit ve ahlâktır.

Bakara Sûresi’nin 259. âyetini şöyle yorumlamıştır:

﴿ أَلَمْ تَرَ إِلَى الَّذِي حَاجَّ إِبْرَاهِيمَ ﴾

“Allah’ın ona verdiği iktidara bel bağlayarak Rabbi hakkında İbrâhim ile mücadeleye giren kimseyi görmedin mi?”

Süyûtî, bu âyetin cedel ve münâzara ilminin temelini teşkil ettiğini ifade etmiştir. (Süyûtî, 1971, s.61)

Süyûtî, cedel ilmi ile bağlantılı olabileceği düşündüğü âyetlere Kur’ân’ın birçok yerinde işaret etmiştir. Konu bağlamında sadece bir âyeti zikretmemiş, başka âyetlerin de bu ilme temel kaynak teşkil ettiğini belirtmiştir. Eserin bu minvalde olması, Süyûtî’nin düşüncesini ortaya koyması açısından önemlidir. Modern dönem bilimsel tefsir hareketinin referans olarak gösterdiği Süyûtî, Kur’ân’a bilimsel bir kitap gözüyle yaklaşıyor detaylı yorumlar yapardı. Ancak yorumları kısa ve yüzeyseldir. Detaylara inmemiştir.

Süyûtî’nin Kur’ân’a bilimsel bir bakışla yaklaşmadığını, Kur’ân’ı bilimsel bir kitap kabul etmediğini anlamak adına şu örnek verilebilir: Enbiyâ Sûresi 21/91; “İffetini korumuş olan (Meryem’i) kadını da an! Ona ruhumuzdan üfledik. Onu ve oğlunu (Hz. İsâ’yı) âlemler için bir işaret/delil kıldık” ve Tahrîm Sûresi 66/12; “(Allah) İmrân kızı Meryem’i de misal vermiştir. O (Meryem) iffetini çok iyi korumuştur. Biz de ona ruhumuzdan üfledik. O (Meryem), rabbinin sözlerini ve kitaplarını tasdik etti ve o içtenlikle itaât edenlerdendi” âyetler bağlamında modern dönem bilimsel tefsir hareketini savunan birkaç âlim Hz. Meryem hakkında akıldan uzak görüşler ortaya koymuşlardır. Bu âlimlere göre, bilimsel bilgi ve bulgular, kadın ve bitkiler başta olmak üzere birçok canlının üreme özelliklerini ortaya koymuş, bu veriler Hz. Meryem’in hem sperm hem de yumurta üretebileceğini kanıtlamıştır. (Bayraklı, 2008, c.XII, s.106-107) Bu görüşe göre Hz. Meryem, çift cinsiyetli bir kadın olabilmektedir.

Modern dönem bilimsel tefsir hareketindeki bu görüşler, Kur’ân zihin dünyasından uzak bir şekilde ortaya konmuştur. Allah’ın mucizesi arka plana atılarak bilimin verileri savunulmuştur. Süyûtî, yukarıda ele alınan iki âyetin te’vili bağlamında, modern dönem bilimsel tefsir hareketinin ortaya koyduğu bu görüşlere benzer

herhangi bir te’vîl ve yorumda bulunmamıştır. Müellif, Hz. Meryem’den bahseden âyetleri kelâmi ve fikhî yönden te’vîl etmiştir. (Süyûtî, 1971, s.173-174)

Anatomi, canlı varlıkların organlarını ve bu organların birbirleriyle olan ilişkisini ele alıp inceleyen bilim dalıdır. Anatomi/teşrîh ilmi, canlıların temel yapısını ele alır. Osmanlılar zamanında bu ilim, tıp ilminin temeli olarak kabul edilmiştir. (Kahya, 2011, s.573)

Konu bağlamında Süyûtî, Târik Sûresi’nin 7. âyetini şöyle yorumlamıştır:

﴿ يَخْرُجُ مِنْ بَيْنِ الصُّلْبِ وَالتَّرَائِبِ ﴾

“Oradaki su, bel ve göğüs kafesi arasından çıkarırverir.”

Süyûtî bu âyette zikredilen bazı ilimlerin anatomi ilminden sayıldığını beyân etmiştir. Âyette geçen ‘sulb’ kelimesi *sırt-bel*; ‘Terâib’ ise *kaburga kemiği* manasında kullanılmıştır. (Süyûtî, 1971, s.285)

Âlimler, sulb ve terâib kavramlarına farklı anlamlar yüklemişlerdir. Ancak bazı müfessirler bu kelimelerin farklı anlamlarda kullanılabileceği ihtimalinden yola çıkarak anlamları konusunda kesin bir yargıya varmamışlardır. Bu âlimlerden biri de Elmalılı Muhammed Hamdi Yazır’dır. (1878-1942)

Yazır, sulb ve terâib kavramlarının cinsel organ bölgesini kapsadığını, erkeğe ait olan kısmın sulb; kadına ait kısmın ise terâib kavramlarıyla belirtmiştir. Bu kavramlar farklı anlamlara da gelebilmektedir. Söz konusu bu anlamlardan biri de bu iki kavramın sadece erkeğe ait olabileceğini ya da bu iki kavramın sadece kadına ait olabileceğini belirtmiştir. Bundan dolayı Yazır, kesin bir yargıya varmamıştır. (Yazır, 1979, c.8, s.5699)

Modern dönemde bilimin ortaya çıkardığı bu verileri Kur’ân ibarelerinde arayan müfessirlere göre, bel ve kaburga kısmından çıkan meni, Kur’ân’da sulb ve terâib kavramlarıyla açıklanmıştır. Bu bilgi ve bulgular, bilimsel gelişmelere paralel olarak ortaya çıksa da Kur’ân’ın 14 asır önce dile getirdiği bir hakikatten ibarettir. Bu hakikat, yeni bir keşfin hazırlığı için değil; insanı Allah’ın kudreti hakkında düşünmeye davettir. Allah, Mü’min sûresi 40/67. âyette şöyle buyurmaktadır: “Sizi bir kısım topraktan sonra bir nutfeden sonra alaka aşamalarından geçirip yaratan O’dur (Allah’tır). Sonra O (Allah) sizi dünyaya bir çocuk (bebek) olarak hayata çıkartır. Ardından ergenlik çağınıza ulaştırıp sonra da yaşlı hâle gelinceye kadar sizi yaşatandır. İcinizden bir kısmını bundan önce vefat ettirir. Sonunda belli bir vakte kadar yaşamaktasınız. Umulur ki (bunlar üzerine) akıl yorarsınız.” Kur’ân, ahireti kabul etmeyen insanın, kendisinin hangi şeyden yaratıldığına bakmasını ve bundan ibret almasını istemektedir. Çünkü ahireti kabul etmeyen insan, tekrar dirilmeyi imkânsız görmektedir.

Süyûtî, incelediğimiz Kur’ân âyetlerinin bir kısmını bilimsel bir metotla te’vîl edip yorumlarsa da bu yorumlar, bilimsellik bir özellik taşımamaktadır. Bu yorumlar, teorik bir şekilde adlandırılmıştır. Bu yorumlarda detaylar yapılmamış, yorumlar yüzeysel olarak ortaya konmuştur. O halde Süyûtî’nin bilimsel metotla ortaya koyduğu görüşler, teorik düzeyde ilerleme kaydetmiştir.

Kur’ân’ın en önemli özelliği onun evrensel bir kitap olmasıdır. Bu durum Kur’ân’ın her dönem yeni bir yol ve yöntemle anlamaya yöneltmiştir. Kur’ân, hangi dönemde yorumlanacaksa yorumlansın indiği dönemin psikolojik sosyolojik ve toplumun kültürel yapısı gibi özellikleri göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

Müfessir, Kur'ân'ın indiği dönemin zihin dünyasını iyi çizmelidir. Aksi halde, Kur'ân'ı yanlış bir şekilde yorumlamasına sebep olacaktır.

Kur'ân'ı anlamak için yapılan çalışmalardan biri de bilimsel tefsir hareketidir. Bu hareketin amacı, bilimsel gelişmelerin ortaya çıkardığı bilgi ve bulguyu Kur'ân'ın ibarelerinde aramak olmuştur. Kur'ân'ın indiği dönemin zihin dünyasından kopmamak şartıyla bu yöntemle Kur'ân'ı anlamaya çalışmak yanlış bir yol ve yöntem değildir. Aksine bu yöntem, kişiyi Kur'ân'ı derinlemesine kadar anlamaya katkı sağlayacak bir yöntemdir. Klasik dönem müfessirleri, bilimsel metotla Kur'ân'a bu şekilde yaklaşmışlardır. Kur'ân'ı yorumlarken âyetleri, indiği dönemden koparmamış, Kur'ân'ı derinlemesine anlama konusunda yeni yol ve yöntemler ortaya koymuşlardır. Kur'ân'ın gönderiliş amacı dikkate alındığı sürece Kur'ân'a yaklaşma konusunda yeni fikirler ortaya konulabilecektir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bilimsel tefsir hareketi, Abbasiler döneminde tercüme faaliyetleriyle başlamış ve günümüze kadar varlığını hissettirmiştir. Bilimsel tefsir metodunu savunanlar olduğu gibi eleştirenler de olmuştur. Süyûtî dönemine kadar normal seyrinde ilerleyen bilimsel tefsir hareketi, Süyûtî'den sonra duraklama dönemini yaşamıştır. Süyûtî'den önce bilimsel veriler ileri bir düzeyde değildi. Teknoloji ve bilimin geliştiği her dönemde bilimsel tefsir hareketi, İslâmî sahada varlığını hissettirmiş ve günümüze kadar yeni yorumlar ve çalışmalarla devam etmiştir.

Bilimsel tefsirin duraklama dönemi yani klasik dönem ile modern dönem bilimsel tefsir anlayışı birbirinden çok farklı amaçlarla seyretmiştir. Klasik dönemde bilimsel tefsir konusunda aşırı te'vîl ve yorumlar yapılmamıştır. Klasik dönem bilimsel tefsir hareketiyle asıl amaçlanan şey, Kur'ân'ın i'câzlığına vurgu yapmaktır. Yoksa ortaya çıkan bilimsel verileri Kur'ân'da aramak değildi.

Kevnî âyetlerle bilimsel veriler arasında bir benzerliğin olması gayet doğaldır. Evrenden bahseden âyetler genelde Mekke döneminde inmiştir. Özellikle bu âyetlerin Mekke döneminde inmiş olması, putperest olan Arap toplumuna Allah'ın kudretini göstermek içindir. Kur'ân, cahiliye insanlarını Allah hakkında düşünmeye davet eder. Klasik dönem İslâm âlimleri, tefrit derecesine ulaşmayacak şekilde kevnî âyetler üzerinde düşünmeyi murâd ettikleri söylenebilir.

Bilimsel tefsir hareketinde benimsenen ilkeler günümüze kadar aynı şekilde gelirken bu konudaki gâyeler farklılaşmıştır. Klasik dönem bilimsel tefsirdeki gâyeler, Kur'ân'ın i'câz yönünü ortaya koymak olmuştur. Modern dönemde ise Kur'ân'a savunmacı bir yaklaşım getirildi. Modern dönem bilimsel tefsir hareketinde ortaya çıkan her bilgi ve bulgu Kur'ân ibareleriyle ilişkilendirildi. Modern dönemde bilgi ve teknolojinin ortaya çıkardığı her bilgi ve bulgu, Kur'ân'ın esas gayesi olarak görülmektedir. Modern dönemde bilimsel tefsir alanında kaleme alınan eserlerde, ibadet, tevhit, ahlâk yasaları yerine bilgi teorileri ve kuramları yer almaktadır. İbâdet, ahlâk gibi yasalardan bahseden Kur'ân, modern dönem âlimlerinin elinde bilimsel bir kitap haline gelmiştir. İşte burada bilimsel tefsir hareketinin klasik dönemi ile modern dönemi mukâyese edildiğinde iki dönemde de amaç ve gayelerin farklı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Kur'ân, modern dönem bilimsel tefsir hareketinin iddia ettiği gibi birbirinden farklı verileri içeren bir kitap değildir. Kur'ân'ın, yaklaşık 14 asır önce Arap coğrafyasında niçin indiğini anlamak zor değildir. Şirkin hüküm sürdüğü bir çevrede, Allah'ın gelecekte ortaya çıkacak bilimsel verilerden haber verdiğini söylemek mümkün değildir. Bu durum, Kur'ân dünyasından uzaktır. Ahlâk ilkelerini ortaya koyan Hz. Peygamber,

kevnî âyetleri bilimsel veriler ışığında herhalde tefsir etmemiştir. Kur'ân, peygamberlerden ve gönderildikleri toplumlardan bahseder. Bu toplumların bir kısmının helâk edildiklerine de işaret eder. Hiçbir toplum, ortaya çıkan bilimsel bilgi ve bulguları uygulamadıkları için helak edilmemiş, hiçbir peygamber de bilimsel verileri ümmetine haber vermek için gönderilmemiştir. Kur'ân'ın temel amacı, karanlığa düşmüş insanlara dünyada güzel bir ortam hazırlamak, insanları dünya-ahiret saadetine ulaştırmaktır. Kur'ân, bir felsefe, astronomi, fen, psikoloji, vs. kitabı değildir.

Modern dönem bilimsel tefsir hareketi, Kur'ân'ı indiği zihin dünyasından koparma noktasına getirmiştir. Bu dönemde kaleme alınan eserlerde, Kur'ân'ın indiği döneme neredeyse temas edilmemiştir. İbâdi-Ahlâki yasalar göz ardı edilmiş, bilimsel verilerin ortaya çıkardığı bilgiler Kur'ân'la özleştirilmiştir. Şunu ifade edelim ki modern dönemde bilimsel tefsir hareketinin referansı kabul edilen klasik dönem müfessirleri, modern dönem bilimsel tefsir anlayışından uzaktır. Her iki dönemin yol ve yöntemi farklı olmuşken klasik dönem öncülerini, modern dönem için referans olarak görmek tefsir usûlü açısından doğru bir yaklaşım değildir. Aksi halde bu durum, modern dönem bilimsel tefsir hareketini eleştirirken klasik dönem müfessirlerini töhmet altına sokacak, klasik dönemin müfessirlerinin yanlış tanınmasına sebep olacaktır. Klasik dönem bilimsel tefsir hareketinde Kur'ân'ın i'câzlığına vurgu yapan müfessirler, modern dönemin referansı olarak görülmemelidir.

KAYNAKÇA

- Bayraklı, B. (2008). *Yeni Bir Anlayışın Işığında Kur'ân Tefsiri*. İstanbul: Bayraklı Yayınları.
- Cerrahoğlu, İ. (2019). *Tefsir Tarihi*. Ankara: Fecr Yayınları.
- Kahya, E. (2011). Teşrih. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi*. (cilt:40, 573-575. ss.) İstanbul: TDV Yayınları.
- Karaman, H. - Çağrııcı, M. - Dönmez, İ. K. - Gümüş, S. (2003). *Kur'ân yolu: Türkçe Meal ve Tefsir*; Ankara: Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları.
- Özkan, H. (2010). Süyûtî. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi*. (cilt:38, 188-198. ss.) İstanbul: TDV Yayınları.
- Sartain, E. (2002). *Celâleddîn Süyûtî Hayatı ve Eserleri*. (çev. Hasan Nureddin). İstanbul: Gelenek Yayıncılık.
- Süyûtî, C. (1971). *el-İklîl fî İstinbâtî't-Tenzîl*. (thk. Seyfeddin Abdülkâdir el-Kâtib). Beyrût-Lübnân: Dâru'l-Kütübi'l-İlmiyye.
- (1992). *el-İtkân Fî Ulûmi'l-Kur'ân*. Beyrut: Daru İhyâi'l-Ulûm.
- Yazır, M. H. (1979). *Hâk Dini Kur'ân Dili*. İstanbul: Eser Neşriyat.
- Yelatan, A. (2022). Süyûtî'nin Kur'ân Kıssalarına Yaklaşımı ve Kıssalardan Hüküm İstinbâtı (el-İklîl Fî İstinbâtî't-Tenzîl Örneği). *Turkish Academic Research Review*, 7/3, 827-846.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tarr/issue/72766/1134481>

Afganistan Türkmen Atasözlerinde Yüceltilen Değerler

Naqibullah Qaratash

¹E-mail:naqibullahqaratash@gmail.com; Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen- Edebiyat

Özet

Halk edebiyatının vücuda getirmiş olan Türk dünyası halk edebiyatı ürünleri, Türk toplumunun, zaman zaman değişmeler göstererek, geçmişten günümüze kadar yaşantılarında sürdürdüğü çeşitli konu ve temalarda binlerce atasözünü barındırmıştır. Bu atasözleri içinde, Türk halkının mayasında olan, yapısına ve karakteristik yönden şekil veren yüceltilmiş değerlerin ve erdemli davranışların belirtildiği, vurgulandığı ve gelecek nesillere taşımak ve öğretmek amacıyla ortaya konulduğu anlamlı, hikmetli sözler önemli bir yer tutmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Afghanistan Türkmen Atasözleri, Yüceltilen değerler, Yerilen davranışlar, Hikmetli sözler

Abstract

The folk literature products of the Turkish world, which have been brought into being by folk literature, contain thousands of proverbs on various subjects and themes that the Turkish society has maintained in its lives from the past to the present, with occasional changes. Among these proverbs, meaningful and wise words that are in the essence of the Turkish people, that shape their structure and characteristics, are stated, emphasized and presented with the aim of carrying and teaching them to future generations, have an important place.

Keywords: Afghanistan Turkmen Proverbs, Exalted values, Criticized behaviors, Wise words

GİRİŞ

Atasözleri, kalıplaşmış sözler olduğu gibi, bir ulusu oluşturan bireylerin ortak dil zevkini yansıttığı için toplumlar arasındaki ortak dil birliğinin en önemli kalıntılarıdır(M.Gümüş, 1995,3). Milletlerin duygularını, düşüncelerini, hayat görüşlerini ve değer fikir ve kararlarını ifade etmek için ortaya koydukları,

öğüt verici, özlü ve anlamlı sözlere atasözü denmektedir(L.Doğan,2009,87). Atasözleri, bir milletin kültürünün zenginliğini ve inceliklerini, örf, adetlerini, duygularını, yaşam zorluklarının, inançlarını ve geleneklerini incelyerek bulca sonuçlar elde edebiliriz. Bu sözlerin başka bir ortak nitelikleri de kökenleri tarihin çok eski dönemlerine uzanan söz kalıpları oluşlarıdır(L.Doğan,2009,87). Atasözleri yukarıda da bahsettiğimiz gibi, bir halkın uzun bir vakit yada müddet içerisinde edindiği tecrübeleri, gelecek nesillere aktarma yollarından biri olarak şekillendirdikleri atasözleri üzerine yapılan çalışmaların sayısı, Türk dünyasında halk ürünlerinde artmıştır.

Afganistan Türkmenleri kültüründe ve sosyal hayatında yiğitlerin yiğitçe olması ve toplumun diğer fertlerinde aynı şekilde cömert, güzel ahlaklı olması, erdemli davranışlar sergilemesi, yüce değerlere sahip olmakla birlikte üzerinde önemle durulur, özendirilmiş, bu vasıflara sahip insanlara arka çıkılır, saygı gösterilmektedir. Biz de bu çalışmamızda Afganistan Türkmenlerinin atasözlerinde (naıl yada atasözü) konusu ele alarak bu yüceltilen değerleri ele alıp, örnekler vermeye çalışacağız. Bu konu ile ilgili atasözlerini sınıflandırmadan önce, Afganistan Türkmenleri atasözleri üzerine hazırlanmış çalışmalar inceleyerek. Çalışmamıza konu olan bu değerleri, konu ve kullanım yerlerine göre şu şekilde sınıflandırabiliriz:

1. Yiğitlik
2. Dostluk
3. İyilik
4. Doğruluk, Dürüstlük
5. Akıl ve bilim sahibi olma
6. Büyüklere saygı
7. Çalışkan olma
8. Temkinli olma
9. Fedakarklık yapmak
10. Hayvanlarla ilgili atasözler
11. Açlıkla ilgili atasözler
12. Edeple ilgili atasözler

Türk dünyası halk kültürünün ürünlerinde ve tüm folkorik ürünlerde olduğu gibi atasözlerinde de bu yüceltilen değerler ve unsurları ile ilgili örneklere rastlanmak mümkündür. Bu örneklerde atasözlerinin daha derin anlam ve değer kazanacağı anlayışı, yüce değerler çoğu zaman yerilen, tenkit edilen unsur ve davranışlarla birlikte, karşılaştırmalar yapılarak söylenmişlerdir.

Afganistan Türkmen atasözlerinde de yiğitlik konusu destanlar vb... halk edebiyatı ürünlerinde de önemle yer verilmektedir. Bir yiğidin yaptıkları ve davranışları çok değerlidir. O yüzden yiğit yaptığı mert ve

cömertlik, güzel ahlak'ı ile halkının gözünde, gönlünde yüce değeri haline gelir. Halkın yüceltiği ve değer verdiği yiğitlikle ilgili örnekler aşağıdaki şekildedir:

YÖNTEM

Çalışmamızın incelemesinde el aldığımız kaynakları Afganistan Türkmencesindeki kaynakları ve Günümüz Türkiye Türkçesinde ele alınarak verileri incelenmiştir.

BULGULAR

İncelememizin bu kısmında ise ele aldığımız kaynaklardan hareketle yüceltilen değerlerin önemini ve değerini incelemenin bulguları elde edilmiştir.

1. Yiğitlikle ilgili atasözler:

1. Batır bir öler, gorkak mün öler. “ Batur bir ölür, korkak bin ölür”
2. Batır söwede bellidir, gorkak öyde, “Batur savaşta bellidir, korkak evde”
3. Batır yarasız bolmaz “ Batur yarasız olmaz”
4. Batır-da jan gerek “ Batura da can gerek”
5. Batırın aybını açma “ Baturun aybının açma”
6. Bir yiğit kırk yılda kemale gelir “ Bir yiğit kırk yılda kemale erer”
7. Boş çuval dik durmaz “ Boş çuval dik durmaz” (M.Gümüş, 1995, 31-36).

Yukarıda verdiğimiz örneklere benzer yiğitlikle ve yüceliği ile ilgili pek çok örneğe rastlanmak mümkündür.

2. Dostlukla ilgili atasözler:

1. Ayıbsız dostı ızlan, dostsuz galar “ Ayıp dost arayan dostsuz kalır”
2. Cahil dostdan dana düşman yağşıdır “ Cahil dosttan alim düşman iyidir”
3. Çayın soñı dostla, çılımın soñı düşmana “Çayın sonu dostla, sigaranın sonu düşmanla”
4. Dost dostuñ aynası “ Dost dostun aynasıdır”
5. Dost başına iş düşende tanalar “Dost başına iş düştüğünde tanınır”
6. Dostsuz başım duzsuz aşım “Dostsuz başım tuzsuz aşım”
7. Dostu yoguñ düşmanı üstün çıkar “Dostu olmayanın düşmanı üstün çıkar” (Abd.Ghanizade, 2014, 34).

Dostlukla ilgili atasözlerinde dostluğun yüceltiğini ve hatta dostluğun değerini anlatan pek çok örnekte bir dostun değerini ve yüceliğini görmek mümkündür. Ayrıca dini inanç gereği olarakta yer almaktadır. Atasözlerinin dostluğun sadece övgü olmadığına aynı zamanda yerildiği örnekler bulunmaktadır.

3. İyilikle ilgili atasözler:

1. Yağşı adam yatdan çıkmaz “ İyi insan akıldan çıkmaz”
2. Yağşı adamizada yağşı yüz “ İyi adama iyi yüz yaraşır”
3. Yağşı ata bir gamçı, yaman ata mün gamçı “ İyi ata bir kamçı, kötü ata bin kamçı”
4. Yağşı atanın malı yağşı ogla-da galmasın, yaman ogla-da galmasın “ İyi babanın malı iyi oğuluna kalmasın”
5. Yağşı ayal arpa nānı kebab eder, yaman ayal bugday nānı harāp eder “ İyi hanım arpa ekmeğini kebab eder, kötü hanım bugday ekmeğini harap eder”

6. Yagşı ayal birini iki eder “İyi hanım birini iki yapar yada hanımın iyi olursa kendi sıkıntılarını ve senin sıkıntılarınla da baş eder”
7. Yagşı ayal rahnet, yaman ayal mähnet “ İyi hanım hayatın lezzeti, kötü hanım hayatın azabıdır”
8. Yagşı niyet yarım döwlet “ İyi niyet yarım devlettir(yarı mutluluktur)”
9. Yagşı söz yılanı hinden çıkarar “İyi söz yılanı deliğinden çıkarır”
10. Yagşı söz baldan süyji “ İyi söz baldan tatlıdır”
11. Yagşı söz daşı yarar “ İyi söze taş yarar”
12. Yagşıda yat bolmaz, yamanda uyat “ İyide yabancılık olmaz, kötude utanma”
13. Yagşı zat yagşı bolar, yaman zat yaman bolar “ İyi şey iyi olur, kötü şey kötü olur” (öz iyi olanın her şey iyi olur, mayası iyi olan her insanın kendisi de iyi olur)
14. Yagşılığa yagşılık her kişinin işidir, yamanlığa yagşılık ar kişinin işidir “ İyiliğe iyilik her kişinin işidir, kötülüğe iyilik er kişinin işidir”
15. Yagşılık suva taşla, bilse balık, bilmese halık biler “ İyilik yap suya at, bilirse balık, bilmezse de halık bilir” (Abd.R.Keffaş,2010,24).

İyilikle ilgili atasözlerinde de çoğunluk her hangi bir iyiliğin karşılıksız yapılmasına vurgu yapılır, iyiliğin hayvanlar alemininde bile söze geleceğine, kötülük yapmayacağına inancı ve değer olduğu bilinmektedir. Ayrıca iyilik karşılığında iyilik yapma her kişinin işi olduğu, kötülük karşısında iyilik yapmaksa er kişinin işi olduğu inancını vurgulanmaktadır.

4. Doğruluk, Dürüstlikle ilgili atasözler:

1. Doğru sözlân tutulur, yalan sözlân gutular “ doğru söyleyen tutulur, yalan söyleyen kurtulur”
2. Doğru söz daşdan geçer “doğru söz taştan geçer”
3. Dorı gepiñ ajısı bolmaz, egri gepiñ süyjisi bolmaz “ doğru sözün acısı olmaz, yalan sözün tatlısı olmaz”
4. Doğru gepiñ dotı yok “ doğru sözün dostu olmaz”
5. Doğruçınıñ dostı bolmaz “doğru söyleyenin dostu olmaz”
6. Doğrumı aytsam uryarlar “ doğruyu söylersem döverler” (Abd.R.Ferzad,2014,197).

Doğruluk atasözleri ile ilgili verdiğimiz örneklerde de incelediğimiz atasözleri halk arasında ne kadar değerinin yücelik yansımaları görmek mümkündür. Tüm Türk dünyasında olduğu gibi Afganistan Türkmen atasözlerinde doğruluğun önemi vurgulanmıştır. Doğru söyleyenin dostu olamayacağını belirterek, doğrunun acı verici olsa gerçekler hususunda sonuç olarak bir yaşam dersi niteliğindedir.

5. Akıl ve Bilimle ilgili atasözler:

1. Akıl aynımaz, altın çüyremez “ akıl değişmez, altın çürümez”
2. Akıl güyç berer, güyç guwanç “ akıl güç verir, güç ise kıvanç”
3. Akıl yaşda bolmaz, başda bolar “ akıl yaşta olmaz, başta olur”
4. Akıllı oylanyaça, tentek işini bitirer “ akıllı düşünene kadar, kurnaz işini bitirir”
5. Akıllı ilçi il düzer, yaman ilçi il bozar “ akıllı elçi il düzer, kötü elçi il bozar”
6. Akıllı öyüni bezar, ahmak boyunu “ akıllı evini bezer, ahmak boyunu”
7. Akılla bir söz besdir, akmağa müñ söz hebesdir “ akıllıya bir yeter, ahmağa bin yetmez”
8. Akılıñ bolsa akla eyer, akılıñ bolmasa, nakla “ aklın varsa akla kulak ver aklın yoksa nakle”
9. Akılsız bay bolandan, akıllı geday bol “ akılsız zengin olacağından, akıllı dilenci ol”
10. Akıllı işi bilen, ahmak dili bilen “ akıllı işi ile, ahmak dili ile” (M.Gümüş,2009,15-17).

Akıl kavramı her keşçe bilinen ve kabul edilen insanı diğer varlıklardan ayırır(B.Nergis,2017,137). Akılla ilgili atasözlerinde pek çok örnek bulunmaktadır. Onlardan en önemli olanı yüceltilen değerler ve derin anlamlar taşıyan atasözleridir. Burada da akıl ve bilimle ilgili atasözleri Türk dünyasındaki değeri ve onun yüceltilen değerleriyle ilgili örnekler aşağıda verilmiştir.

6. Büyüklere saygıyla ilgili atasözler:

1. Sılaşığa iki taraflı bolsun “ saygı iki taraflı olsun”
2. Sıylamaga güyjün bolmasa, diliñ bolsun”
3. Bir ilde başa sıylak bolmasa, kıçā sıylak bolmaz “ bir il de büyüğe saygı olmazsa, küçüğe şefkat olmaz” (Abd.R.Keffaş, 2010,19).

Türk ve Afganistan Türkmen kültüründe büyüğe saygı, göstermek anlayışı eskiden günümüze kadar sürdürülen bir davranış şeklidir. Burada da büyüğe saygı ve küçüğe şefkatli olmazsa başlarına hep bela geleceğine, hep başları darda kalacağı gibi atasözlerine sıkça rastlanmaktadır.

7. Çalışkanlıkla ilgili atasözler:

1. İş akılı tapar, akıl işi “ iş akıl bulur, akıllı da işi”
2. İş müşküldür anlamaza düş gelse “ iş zordur anlamayana rastlarsa”
3. Hünārli ölmez, hünārsız gün görmez “ hünērli ölmez, hünersiz gün göremez”
4. İhlas bilen ağlasañ, sokur gözden yaş çıkar “ ihlas bilen ağlarsan, kör gözden yaş çıkar.
5. İşlān ölmez, iğlān öler “ çalışan ölmez, inleyen ölür”
6. Yören getirir, oturan yitirir “ çalışan getirir, oturan yitirir.
7. Bu gün işini ertā goyma “ bu günün işini yarına bırakma” (B.yaver,2007,29).

Yaşamının en iyi şekilde sürdürebilmek ve hayati ihtiyaçlarını gidermek için bütün insanlar çalışması gerekmektedir. Afganistan Türkmenlerinde de bu konuda türkmen halkı kendine özgü pek çok atasözleri söylemişlerdir. Bu işin özü emek vermekten, çalışmaktan geçmektedir.

8. Temkinlilikle ilgili atasözler:

1. Acal göz bilen gaşñ arasında “ecel göz ile kaş arasında”
2. Eğri bolsada yol yağşı “ eğri olsada yol iyidir”
3. Yassın gelen mihmandan gork, dañdan tutan- gaydan” yatsıda gelem misafirden kork, erken çıkan fırtınadan”
4. Malñga eyye çık hemsayāñğı oğrı tutma “ malına sahip çık komşunu hırsız tutma” (B.Nazari, 2014,23).

9. Fedakarlıklarıyla ilgili atasözler:

1. İşlemedik, dişlemez “işlemeyen, dişlemez”
2. İş köp, kömür az, ussa köp demir az “ iş çok, kömür az, usta çok, demir az”
3. Gamşı gowşak tutsañ, elini gıyar “ kamışı yumşak tutarsan, elini keser”
4. Öz-özünü owme, il seni owsün “ kendi kendini övme, il seni övsün” (M.Gümüş, 1995, 83-93).

10. Hayvanla ilgili atasözler:

1. At alsañ, yorga bilen yörüş al, ayal alsañ, akıl bilen huş al “ at alırsan yorga ile yürüş al, hanım alırsan akıl ile hoş al”
2. At alma, eyer al, öy alma- goñşı “ at alma eyer al, ev alma komşu al”
3. At basman diyen yerine mün basar “ at basmam dediği yerine bin kere basar”

4. At erinlek bolsun, ār burunlak “ at geniş ağızlı olsun, er burunlu”
5. At toynagına at çıdar “ at izine at uyar”
6. At bolmak taydan, yigit bolmak soydan “ at olmak taydan, yiğit olmak soydandır”
7. At ürken yerinden, ār gorkan yerinden “ at ürktüğü yerinden, er korktuğu yerinden”
8. At garrar, meydan garramaz, yigit garrar, heñnam garramaz “ at yaşlanır, meydan yaşlanmaz, yiğit yaşlanır, gönül yaşlanmaz”
9. At ārmaz, göwün ārar “ at yorulmaz, gönül yorulur”
10. Ata minen atasını tanyamaz “ ata binen atasını tanımaz”
11. Atı döwek garrıdar, yigidi orak “ atı döven yaşlandırır, yigidi orak”
12. At ayağı tentek, basman diyen yerine mün basar “ atın ayağı geniştir, basmam dediği yere bin kez basar”
13. Atın ayağına nal kāksañ, eşek hem ayağını galdırar “ atın ayağına nal çakarsan eşekte ayağını kaldırır”
14. Atın başına iş düşse, ağızdırığı bilen suw içer, yigidiñ başına iş düşse, ādigi bilen suwa girer “ atın başına iş düşse, gem’i ile su içer, yigidin başına iş düşerse çizmesiyle suya girer” (Abd.R.Keffaş,2010,33-38).

11. Açlıkla ilgili atasözler:

1. Aç adamy uruşdyrma, dok adamy duşdyrma “ aç adamı savaştırma, tok adamla denkleşme”
2. Aç adamın akyly yoremez “ aç adamın akli çalışmaz”
3. Aç aş dannamaz, söygi- yaş “ aç olan adam yemek ayırt etmez, sevgi ise yaş tartmaz”
4. Aç bolan daş gemrer “ aç olan taş kemirir”
5. Açdan akyl sorama “ açtan akıl sorulmaz”
6. Aç akylynı yıtır “ aç aklını kaybeder”
7. Aç ayı oynamaz “ aç ayı oynamaz”
8. Aç gal açyk galma “ aç kal ama açık kalma”
9. Açlygyñ zährinden doklugyñ zähri yaman “ açlığın zehrinden tokluğun zehri kötüdür”
10. Aç öleniñ mazary yok, açyl öleniñ hem mazary yok “ aç ölenin mezarı yok, açık ölenin de mezarı yok”
11. Açlyk belasydan, dokluk belasy yamandyr “ açlık belasından, tokluk belası kötüdür”
12. Açlyk nāme iydirmez, dokluk nāme diydirmez “ açlık neyi yedirmez, tokluk ne dedirmez”
13. Aç ulusa düşüşünde nān, oyansa, huşunda- nān “ aç halka rüyasında ekmek, uyansa da ekmek der”
14. Açda algyñ bolmasyn, bege-bergiñ “ aç’ta alacağın olmasın, bey’e de veresiye olmasın”
15. Aç aman bilmez, çağa zaman bilmez “ aç aman vermez, çocukta zaman bilmez” (K.Geldiyev,2002,11-14).

12. Edeple ilgili atasözler:

1. Edebi biedeplerden öwrendim “ edebi edepsizlerden öğrendim”
2. Edebiñ başy gep “ edebin başlangıcı sözdür”
3. Edebiñ nyşany salam bereni, yakynlyk nyşany berip geleni “ edebin belgesi selam vererek gelen, yakınlık göstergesi olarak gelenidir”
4. Edebiñ yağşysy- uliny sylar “ edebin en iyisi büyüğünü sınar”
5. Edep başy-dil “ edebin başı dildir”
6. Edep bazarda satylmaz “ edep pazarda satılmaz”
7. Edep bilen bagyt tapylar, sabyr bilen tagt “ edep ile baht bulunur, sabırla taht kurulur”
8. Edep il’e yarar “ edep halk’a yarar” (K.Geldiyev, 2002, 130-131).

Türk dünyasında türkler tarih sayfalarında yiğitlik, dostluk, iyilik, doğruluk, akıl ve bilimli, büyüklerine saygı ve küçüklerine şefkatli olma, çalışkan, temkinli, fedakar, hayvanlara verdiği değer ve edepli olmak gibi pek çok konuda atasözlerine sahiptir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Atasözlerinden bahsedilirken, atasözü örneklerinden hareketle toplumun hayat anlayışı, yargısı oluşmuştur. Türk dünyasının inanç gereği islam dinin, gerekse daha eskilerden bugüne kadar taşımış oldukları gelenek ve görenekler, örf ve adetler etkisiyle geliştirmiş olduğu pek çok davranışlardan dolayı bir takım yüceltilmiş değerlerin, yüzlerce yılda meydana getirdikleri edebiyat ve folklorun önemli unsurları içerisinde yer aldığını görmek mümkündür.

Bu yüceltilmiş değerlerin önemi olarak: yiğitlik, doğruluk edepli olmak gibi vb... Türk dünyasının karakteristik özellikleri olarak sadece Afganistan Türkmenlerinde değil bütün Türk dünyası atasözlerinde vurgulanmıştır. Sonuç olarak bu tür çalışmaların bütün atasözleri Türk dünyası halk edebiyatı ürünlerinin bir benzerliğidir.

KAYNAKÇA

- Doğan, L.(2009). Uygur atasözlerinde yüceltilen değerler,Trk.Üni.SBD.
- Doğan, L.(2009). Uygur atasözlerinde yüceltilen değerler,Trk.Üni.SBD.
- Gümüş, M.(1995). Türkmen atasözleri ve Bilmeceri,Rekmay Matbaası,Ankara.
- Gümüş, M.(1995). Türkmen atasözleri ve Bilmeceri,Rekmay Matbaası,Ankara.
- Gümüş, M.(1995). Türkmen atasözleri ve Bilmeceri,Rekmay Matbaası,Ankara.
- Gümüş, M.(1995). Türkmen atasözleri ve Bilmeceri,Rekmay Matbaası,Ankara.
- Ghanizade,Abd.(2014). Türkmen Atasöz ve Nakılları,Güreş, yayınları, Aqcha.
- Gümüş, M.(1995). Türkmen atasözleri ve Bilmeceri,Rekmay Matbaası,Ankara.
- Keffaş,Abd.R.(2010). Atasözleri ve Nakılları, Mah namah aqcha yayınları, Aqcha.
- Keffaş,Abd.R.(2010). Atasözleri ve Nakılları, Mah namah aqcha yayınları, Aqcha.
- Keffaş,Abd.R.(2010). Atasözleri ve Nakılları, Mah namah aqcha yayınları, Aqcha.
- Yaver,B.(2007). Afganistan Türkmenleri ve atasözleri, Akyol yayınları, Belkh.
- Nazari.B.(2014). Türkmenler ve halk atasözleri, JZJ.Üni, SBD.
- Geldiyev, K.(2002). Türkmen Nakılları ve Atalar Sözü,AKM Yayınlar,Ankara.
- Geldiyev, K.(2002). Türkmen Nakılları ve Atalar Sözü,AKM Yayınlar,Ankara.

FEN VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ

Recent Challenge in Automotive: Euro 7 Brake Particle Emissions

Recep AKYUZ¹, Bilge OZTURK²

¹E-mail: recep.akyuz@tofas.com.tr; Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., Bursa / Türkiye.

²E-mail: bilge.ozturk@partner.tofas.com.tr; Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., Bursa / Türkiye.

Özet:

*Euro 7 emisyon düzenlemeleri, Avrupa Birliği'nin çevre dostu ulaşım hedeflerine ulaşma yolunda otomotiv sektörüne getirdiği köklü değişikliklerden biridir. Bu düzenleme, sadece egzoz gazlarının değil, fren sistemlerinden kaynaklanan **partikül emisyonlarının** da kontrol altına alınmasını zorunlu kılmaktadır. **Fren balataları ve disklerinin sürtünmesiyle açığa çıkan PM10 (<10µ)** boyutlarındaki partiküller, çevre kirliliği ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkileriyle dikkat çekmektedir. 2026 yılında devreye girecek olan Euro 7, otomotiv üreticilerini bu emisyonları en aza indirmek için yenilikçi çözümler geliştirmeye teşvik etmektedir. Bu bağlamda, lazer kladlama ile uygulanan sert **kaplamalı fren diskleri**, partikül salımını %80 oranında azaltma kapasitesiyle ön plana çıkarken; **rejeneratif frenleme sistemleri** ise mekanik aşınmayı en aza indirerek hem enerji geri kazanımı sağlamakta hem de emisyonları düşürmektedir. Bu bildiri, Euro 7'nin kapsamı ve gereklilikleri ve öne çıkan çözümler hakkında genel bakış sunmaktadır.*

Anahtar Kelimeler: Euro 7, Trafik kirliliği, Partikül emisyonu, Rejeneratif frenleme

Abstract:

*Euro 7 emission regulations are one of the fundamental changes that the European Union has brought to the automotive sector in order to achieve its environmentally friendly transportation goals. This regulation requires that not only exhaust gases but also particle emissions originating from brake systems be controlled. **PM10 (<10µ)** particles released by the friction of brake pads and discs draw attention with their environmental pollution and negative effects on the ecosystem. Euro 7, which will enter into force in 2026, encourages automotive manufacturers to develop innovative solutions to minimize these emissions. In this context, hard-coated brake discs applied with laser cladding process stand out with their capacity to reduce particle emissions by 80%; while regenerative braking systems provide both energy recovery and emissions by minimizing mechanical wear. This report provides an overview of the scope and requirements of Euro 7 and the prominent solutions.*

Keywords: Euro 7, Traffic pollution, Particle emissions, Regenerative braking

INTRODUCTION

Emission refers to the release of pollutants into the atmosphere from vehicles, industrial facilities, and other sources. These pollutants include carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NO_x), hydrocarbons (HC), and particulate matter (PM). Particulate emissions originating from brake systems, particularly particles in the PM₁₀ and PM_{2.5} size ranges, have adverse effects on human health (Carroll, 2022). For this reason, the European Union has established emission standards to reduce pollutants in the atmosphere. Euro 1, which came into effect in 1992, made the use of catalytic converters mandatory. Euro 2, introduced in 1996, increased the use of exhaust gas recirculation and oxidation catalysts. Euro 3, implemented in 2000, set separate limits for HC and NO_x, and added diesel particulate emissions. Euro 4, adopted in 2005, made the diesel particulate filter (DPF) mandatory. Euro 5, introduced in 2009, expanded the use of SCR and DPF systems, while Euro 6, which came into effect in 2014, introduced stricter NO_x and particulate matter limits and included Real Driving Emissions (RDE) tests (Shweta, 2022). Euro 7, which will come into effect in 2026, will also target particulate emissions from braking systems. Each new standard has been introduced with the goal of further reducing exhaust and brake emissions (Mulholland, 2021). The Euro 7 emission standard, set to be implemented in 2026, represents a significant regulation expected to bring major changes to the automotive industry. This new regulation aims to reduce the environmental impact by not only addressing exhaust emissions but also targeting particulate emissions from braking systems and tire wear (Barbier, 2024).

When looking specifically at braking systems within the framework of the Euro 7 regulation, particulate emissions from braking systems refer to the tiny particles released during vehicle braking. These particles are generated through the friction between brake pads and discs. The friction between the surfaces of the brake pads and discs creates high temperatures, leading to the release of microscopic particles. These particles are typically in the form of PM₁₀ or PM_{2.5} (particulate matter <10 µm or <2.5 µm), contributing to air pollution and posing health risks (Woo, 2024). In this context, the need for changes in the materials and technologies used in braking systems has emerged. With Euro 7, technologies such as laser cladding and regenerative braking systems have been developed, and efforts to reduce particulate emissions from braking systems and increase energy efficiency have gained momentum.

METHODOLOGY

In this section, the existing literature regarding the reduction of the effects of Euro 7 regulations on particulate emissions from brake systems has been reviewed. In recent years, research in this field has focused on the development of various technologies aimed at reducing the negative health and environmental impacts of microscopic particles originating from brake pads and discs. These technologies not only reduce emissions but also play a crucial role in improving energy efficiency and providing sustainable transportation solutions.

Laser Cladding Technology

Laser cladding is a process that enhances the durability of brake discs by using high-energy laser beams on the surface. This process increases the wear resistance of metal surfaces. It is commonly used to improve the properties of metal surfaces exposed to wear and operating under high temperatures, such as brake discs, engine parts, and gears.

The laser cladding process occurs in several stages (Toyserkani, 2004);

- 1) Application of Laser Light: The laser beam is focused at a specific point on the metal surface. This beam generates high temperatures on the surface, melting the metal.
- 2) Addition of Coating Material: Coating materials (typically metal powders, ceramics, or special alloys) are added to the molten metal created by the laser beam. The laser light melts the powder, allowing it to bond with the surface.
- 3) Solidification of the Coating Layer: After heat application, the newly formed coating layer rapidly cools and solidifies. This coating creates a protective, wear-resistant, and hard layer on the surface.

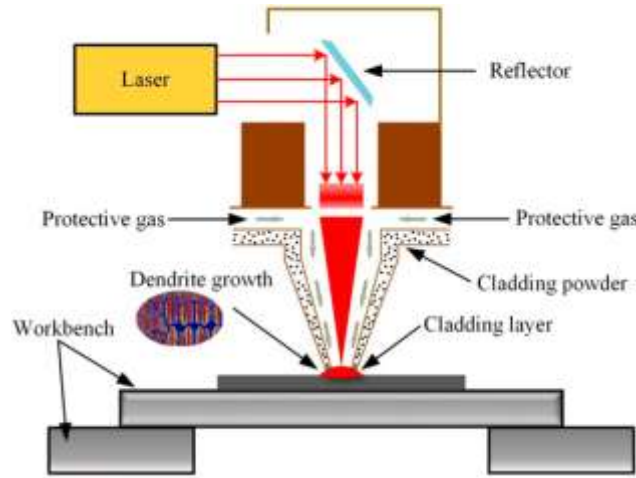


Figure 1. Laser Cladding Technology (Li, 2024)

Laser cladding offers several advantages compared to traditional coating methods, particularly as an effective solution for increasing the durability of surfaces used in brake systems. The high precision with which the laser beam can be focused ensures that the coating process is very fine and smooth, allowing for a more controlled and homogeneous coating layer than traditional methods. In contrast, achieving homogeneity is more challenging in conventional spray coating methods. Furthermore, the high energy density used in laser cladding allows the surface to heat up quickly, preventing heat-induced deformations; in traditional methods, however, the surface heats up over a longer period, which can affect the material's structural properties. Laser coatings are thinner, more durable, and offer increased wear resistance, extending the lifespan of precision surfaces such as brake discs and reducing particle emissions. On the other hand, laser cladding uses fewer coating materials, reducing environmental impacts and lowering production costs due to the more efficient and rapid nature of the process.

Despite its technical advantages, laser cladding does come with certain limitations. This method requires a high initial investment, making it economically disadvantageous in some cases. However, despite these drawbacks, laser cladding offers an effective solution for meeting the requirements of the Euro 7 regulation for brake systems, thanks to its high wear resistance, low particle emissions, and environmental benefits (Klocke, 2010).

Regenerative Braking System

The regenerative braking system is an innovative technology used primarily in electric and hybrid vehicles that converts kinetic energy into electrical energy, thereby increasing energy efficiency and reducing particulate emissions from braking systems. In traditional braking systems, the vehicle slows down through friction between the brake pad and the disc, which generates significant heat and leads to harmful particle emissions, such as PM10 and PM2.5, caused by wear. In contrast, in regenerative systems, the electric motor is operated in reverse during braking, converting the vehicle's motion energy into electrical energy that is stored in the battery. This allows the braking process to occur largely without the need for mechanical systems. This difference minimizes mechanical wear, reducing particulate emissions and extending the lifespan of brake components. Additionally, energy recovery increases the vehicle's range, enhancing energy efficiency. Compared to conventional systems, regenerative braking requires less maintenance and has lower environmental impacts, especially under frequent braking conditions typical of urban driving. In this regard, regenerative braking directly contributes to the off-exhaust emission reduction goals set by Euro 7 regulations for braking systems, marking a significant technological advancement (Hamada, 2022).

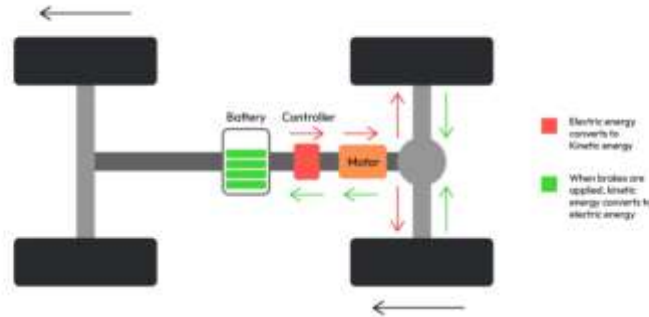


Figure 2. Regenerative Braking System (ElectricPe, 2024)

Developments in Brake Pad Materials

The composition of materials used in brake pads plays a critical role in controlling friction-induced particulate emissions. Traditional organic (NAO – non-asbestos organic) brake pads contain components such as phenolic resins, glass fiber, Kevlar, rubber, and graphite, which under high temperatures lead to intense wear and a high level of particulate emission. In contrast, today's metallic and semi-metallic brake pads, developed in line with environmental concerns and emission regulations, incorporate metals like iron powder, copper, steel wool, and brass, as well as friction modifiers (e.g., molybdenum disulfide, barium sulfate) that help maintain a stable friction coefficient. Additionally, advanced ceramic brake pads often use oxide-based ceramic additives such as alumina (Al_2O_3), silica (SiO_2), and zirconia (ZrO_2), which not only increase wear resistance but also reduce the particulate emissions generated during braking. Recent studies have encouraged the development of low-copper or entirely copper-free brake pad formulations, particularly due to the environmental toxicity of copper. These advanced materials not only support environmental sustainability by generating less particulate matter but also provide high-temperature

stability and consistency in braking performance, offering safety benefits as well (Mulani, 2022). However, advanced formulations can lead to higher production costs and, under certain conditions, may result in undesirable noise, vibration, and harshness (NVH) issues. Nevertheless, these material technologies make a significant contribution to meeting the Euro 7 emission regulations' requirements for reducing non-exhaust emissions from braking systems and support the transition to sustainable braking systems in the automotive industry (Dirisu, 2024).

RESULTS

This section discusses the technological advancements and material improvements aimed at reducing the environmental impact of braking systems. The contributions of laser cladding technology, regenerative braking systems (RBS), and developments in brake pad materials within the framework of the Euro 7 emission standards in the automotive industry are discussed.

Laser Cladding Technology

Laser cladding technology is an innovative coating method developed to improve the surface properties of brake discs and reduce particle emissions. With this technology, alloys such as nickel-tungsten carbide are applied to the surface of gray cast iron discs, enhancing friction performance and significantly reducing wear rates. Dizdar et al. (2020) reported that such coatings increase the friction coefficient, reduce specific wear rate by a quarter, and achieve a reduction in particle emissions of up to 30% (Dizdar, 2020). Shi and his team (2021) emphasized that nickel-based alloys created through laser cladding significantly enhance the hardness and wear resistance of brake discs (Shi, 2021). Lyu and his colleagues (2023) demonstrated that ultrafine particles emitted from laser-clad discs are smaller in size and occur in lower quantities (Lyu, 2023). Environmental analyses conducted by Nogueira and Gialanella (2021) revealed that brake discs refurbished with laser cladding consume 80% less energy and emit 90% lower carbon emissions compared to newly manufactured discs (Nogueira, 2021). However, some studies have shown that laser-clad surfaces generate higher temperatures and stresses under thermal stress, which necessitates careful material and parameter selection. Additionally, considering the potential toxic effects of certain metal alloys used in laser cladding, there is a call for the adoption of more environmentally friendly materials. All these findings demonstrate that laser cladding is an effective method for both enhancing tribological performance and meeting Euro 7 emission standards.

Regenerative Braking System (RBS)

The regenerative braking system (RBS) is a technology used in electric and hybrid vehicles that converts kinetic energy into electrical energy and stores it in batteries. Compared to traditional friction-based braking systems, this system aims to minimize environmental impacts by reducing brake pad wear and providing energy recovery. Research has shown that RBS significantly reduces particle emissions during braking. For instance, a study by Zhang et al. (2023) found that in tests conducted across different driving cycles, RBS notably reduced particle emissions caused by brake pad wear (Zhang Q. , 2023). Despite electric vehicles being heavier, it has been reported that the use of regenerative braking systems (RBS) results in lower particle emissions from brake wear compared to internal combustion engine vehicles. The Euro 7 emission regulations target not only exhaust emissions but also particle emissions from braking systems, pushing vehicle manufacturers to reconsider the design of braking systems. In this context, the integration of RBS stands out as a crucial strategy for complying with Euro 7 standards and reducing environmental impacts.

Developments in Brake Pad Materials

Brake pad materials play a significant role in controlling friction-induced particle emissions. Traditional organic pads contain components such as phenolic resins, glass fibers, Kevlar, rubber, and graphite, which lead to particle emissions due to wear at high temperatures. In line with emission regulations such as Euro 7, metallic and semi-metallic pads have started to include metals like iron powder and steel, along with friction modifiers (such as molybdenum disulfide, barium sulfate) that stabilize the coefficient of friction. These new materials support environmental sustainability by increasing wear resistance and reducing emissions. A study by Zhang et al. (2023) found that metallic brake pads significantly reduced particle emissions compared to traditional organic pads (Zhang J. C., 2020). Additionally, the incorporation of alumina (Al_2O_3) and zirconia (ZrO_2) in ceramic brake pads has resulted in smaller particle sizes released during braking, further reducing environmental impacts. These new materials not only increase wear resistance but also minimize the particle emissions generated during braking. Recent studies have particularly encouraged the development of low-copper or entirely copper-free brake formulations due to the environmental toxicity of copper. For instance, a study conducted by the University of Southampton found that some brake pads with high copper content exhibited more toxic effects on lung cells than diesel exhaust (The guardian, 2025). Similarly, in Lin Lee's master's thesis, it was emphasized that copper-free brake pads could reduce the negative effects on aquatic life, highlighting the importance of developing these materials (Lee, 2013). Additionally, Soundararajan et al. (2021) presented experimental studies on the use of synthetic and natural fibers in the production of copper-free brake pads and evaluated the performance of these materials. Synthetic fibers such as carbon fiber and basalt fiber were combined with standard additives like binders, fillers, abrasives, and lubricants, and various friction composites were produced using a hot pressing method. Epoxy resin was used as the binder, graphite as the lubricant, vermiculite as the filler, and alumina as the abrasive. The resulting polymer composite brake pad materials were subjected to hardness, wear, friction, and surface roughness tests according to ASTM and industrial standards. The most important tribometric study parameters, such as load (10-50 N) and sliding speed (1-3 m/s), were considered, and the wear mechanisms and performances of different composite types were discussed. As a result, it was found that the synthetic and natural fiber composites proposed in this study offered environmentally friendly and performance-wise suitable alternatives compared to traditional asbestos-containing and copper-based brake pads (Soundararajan, 2021). These advancements are crucial for the transition to environmentally friendly and sustainable braking systems targeted by the Euro 7 regulations. New material technologies and improved brake pad formulations contribute to the reduction of emissions while simultaneously enhancing braking performance, thereby assisting the automotive industry in meeting the requirements of Euro 7.

CONCLUSION AND DISCUSSION

The Euro 7 emission regulations represent a significant step in reducing environmental impacts and promoting sustainable transportation solutions within the automotive industry. These regulations not only target exhaust emissions but also focus on particulate emissions originating from braking systems, providing a strong direction for the transformation of the sector. Particulate emissions from braking systems have negative effects on the environment and human health, and the inclusion of these emissions in the Euro 7 regulations forces automakers to develop new technologies. Laser cladding technology emerges as an effective solution to meet Euro 7 requirements, with its capacity to provide high wear resistance and low particulate emissions. Additionally, regenerative braking systems reduce mechanical wear, facilitate energy

recovery, and minimize particulate emissions during braking, significantly reducing environmental impacts. Innovative developments in brake pad materials, such as low-copper or copper-free formulations, play an important role in reducing particulate emissions. These material technologies not only control emissions but also improve braking performance, contributing to safety. In conclusion, it can be said that the Euro 7 emission regulations mark a pivotal moment in the adoption of environmentally friendly and sustainable transportation systems. Technologies such as laser cladding, regenerative braking systems, and advanced brake pad materials play a significant role in reducing environmental impacts and in helping the automotive industry achieve its future sustainability goals. In this context, Euro 7 regulations should be viewed not only as a requirement but also as an opportunity for innovation and the development of eco-friendly solutions in the automotive sector.

REFERENCES

- Barbier, A. (2024). Analysis of the Euro 7 on-board emissions monitoring concept with real-driving data. *Elsevier*, Volume 127.
- Carroll, S. G. (2022, May 23). Toxic particles from brakes to be included in ‘Euro 7’ emission rules.
- Dirisu, J. e. (2024). Development of eco-friendly brake pads using industrial and agro-waste materials. *Journal of Engineering and Applied Science*.
- Dizdar, S. (2020). Grey Cast Iron Brake Discs Laser Cladded with Nickel-Tungsten Carbide—Friction, Wear and Airborne Wear Particle Emission. *MDPI*, 621.
- ElectricPe. (2024, May 21). *Regenerative Braking: What It Is and Why It’s Good for Your EV*. ElectricPe: <https://electricpe.com/blogs/regenerative-breaking/> adresinden alındı
- Hamada, A. (2022). An overview of regenerative braking systems. *Elsevier*, Volume 52.
- Klocke, F. (2010). Flexible Scanner-Based Laser Surface Treatment. *ScienceDirect*, 467-475.
- Lee, L. (2013). Contribution to Development of Copper Free Automotive Brake Pad. *Southern Illinois University*.
- Li, C. (2024). Evolutionary Mechanism of Solidification Behavior in the Melt Pool During Disk Laser Cladding with 316L Alloy. 1337.
- Lyu, Y. S. (2023). Characterization of ultrafine particles from hardfacing coated brake rotors. *Friction*, 125-140.
- Mulani, S. (2022). A review on recent development and challenges in automotive brake pad-disc system. *Elsevier*.
- Mulholland, E. (2021). Quantifying the long-term air quality and health benefits from Euro 7/VII standards in Europe. *International Council on Clean Transportation*.

- Nogueira, A. P. (2021). Laser Cladding Treatment for Refurbishing Disc Brake Rotors: Environmental and Tribological Analysis. *Tribology Letters*, 57.
- Shi, X. W. (2021). Investigation on friction and wear performance of laser cladding Ni-based alloy coating on brake disc. *Optik*, 242.
- Shweta, S. M. (2022). An Overview of Vehicular Emission Standards. *Journal of Metrology Society of India*, 241-263.
- Soundararajan, R. S. (2021). Effect of Various Synthetic and Natural Fibers for the Production of Copper-Free Automotive Brake Pads. *SAE Technical Paper* .
- The guardian. (2025). Brake pad dust can be more toxic than exhaust emissions, study says. *Automotive emissions*.
- Toyserkani, E. (2004). *Laser Cladding*. Boca Raton: Engineering & Technology, Physical Sciences.
- Woo, S.-H. (2024). An active-type dust collector that reduces brake wear particle (BWP) emission. *Aerosol Science and Technology*, 1293-1304.
- Zhang, J. C. (2020). Wear mechanism evolution on brake discs for reduced wear and particulate emissions. *Wear*, 452-453.
- Zhang, Q. (2023). Regenerative braking system effectively reduces the formation of brake wear particles. *Journal of Hazardous Materials*.

Otomotiv Endüstrisinde Fitol Sistemlerinin Sınıflandırılması, Tasarımı, Malzeme Seçimi ve Performans Doğrulaması

Tunahan ÖZYER¹

¹E-mail: tunahan.ozyer@tofas.com.tr ; TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası Anonim Şirketi AR-GE, Bursa / Türkiye.

Özet

Otomotiv endüstrisinde fitil sistemleri, araç gövde bütünlüğünün sağlanmasında, iç mekan konforunun artırılmasında ve taşıtların dış etkenlere karşı korunmasında çok önemlidir. Fitillerin sızdırmazlık, ses ve titreşim yalıtımı (NVH) gibi işlevlerinin yanı sıra, montaj toleranslarının absorpsiyonu ve aerodinamik performansın desteklenmesi için tasarlanması da önemlidir. Bu çalışma, otomobil fitil sistemlerinin sınıflandırılması, kesit tasarımı, malzeme seçimi ve performans doğrulama tekniklerini inceledi. EPDM, TPV ve TPE gibi elastomerlerin kullanım alanları, köpük yapıları ve yüzey kaplama teknolojileri detaylandırılmıştır. Üretim ve montaj süreçleri de açıklanmıştır. Ek olarak, sızdırmazlık, sıkıştırma kalıcılığı, ultravioletozon dayanımı ve yorulma performansı gibi testler, uluslararası standartlara uygun olarak değerlendirilmiştir. Çalışma, sürdürülebilirlik ve elektrikli araçlarla ilgili yeni trendleri de ele alıyor.

Anahtar Kelimeler: Fitil Malzeme Teknolojileri, Sızdırmazlık ve Fitil Kesit Tasarımı, Standartizasyon

Abstract

In the automotive sector, weatherstrip systems are essential for preserving the integrity of the vehicle's body, improving interior comfort, and shielding it from the elements. Weatherstrips must be made to support aerodynamic performance and absorb assembly tolerances in addition to their sealing and noise and vibration insulation (NVH) roles. The classification, cross-sectional design, material selection, and performance evaluation methods of vehicle weatherstrip systems are all examined in this paper. The applications of foam structures, surface coating methods, and elastomers including EPDM, TPV, and TPE are described in detail. Processes for assembly and production are also described. In addition, tests like fatigue behavior, compression set, UV/ozone resistance, and sealing performance are assessed in compliance with global standards. The study also addresses emerging trends related to sustainability and electric vehicle applications.

Keywords: Weatherstrip Material Technologies, Sealing and Cross-Section Design, Standardization

1. GİRİŞ

Otomotiv endüstrisi, teknolojik ilerlemelerle birlikte yolcu konforu ve güvenliği açısından çok boyutlu tasarım standartlarını benimsemektedir. Bu bağlamda, araç gövdesinin önemli bir alt sistemi sızdırmazlık sistemleridir. Fitiller, sadece su ve tozu önlemekle kalmaz, aynı zamanda enerji verimliliği,

aerodinamik performans, titreşim sönümlleme ve ses izolasyonu gibi çok sayıda görevi yerine getirir (Ulrich & Eppinger, 2016).

Modern araçlarda kullanılan fitil sistemleri, statik, dinamik, bagaj, kaput ve cam altı gibi farklı geometrilere sahiptir. Kullanılan elastomer malzemelerin fiziksel özellikleri, fitilin kesit yapısı, dudak sayısı, temas yüzeyine uygulanan preload değeri ve üretim yöntemi bu sistemlerin performansını etkiler (Crawford & Kamm, 1997). Günümüzde, özellikle NVH (Noise, Vibration, Harshness) yönetimi için fitillerin ses yalıtımı üzerindeki etkisi çok önemlidir.

Sızdırmazlık sistemlerinin başarısı, kullanılan malzemenin yanı sıra montaj toleranslarının, fitilin metal yüzeyle olan temasının, montaj basıncının ve geometrik uygunluğun bir kombinasyonuna bağlıdır. Bu nedenle, araç gövde mühendisliğinde birincil öncelikli optimizasyon başlıkları arasında fitil seçimi ve tasarımı yer almaktadır. Otomobil üreticileri, bu sistemlerde hem kalite hem de maliyet açısından en iyi çözümü sağlamak için robotik montaj sistemleri, düşük sürtünmeli kaplamalar, köpük iç dolgulu kesitler ve çok bileşenli ekstrüzyon teknolojilerini kullanmaktadır (Niemann & Steger-Jensen, 2008).

Bu çalışma, otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılan fitil türlerini teknik açıdan sınıflandırarak ve her birinin fonksiyonel amacını, kesit tasarım standartlarını, malzeme bileşimini ve performansını incelemiştir. Ayrıca, fitil geometrisinin önemli etkileri, üretim teknikleri ve performans test standartları gibi konular teknik verilerle desteklenerek aktarılmıştır. Ayrıca, sürdürülebilir malzeme kullanımı ve yeni nesil elektrikli araçlara uyumlu çözümler üzerine literatür temelli analizler yer almıştır. Çalışma, mühendislik tasarım sürecinde fitil sistemleri hakkında karar verme sürecine yardımcı olmak için bu çerçevede düzenlenmiştir.

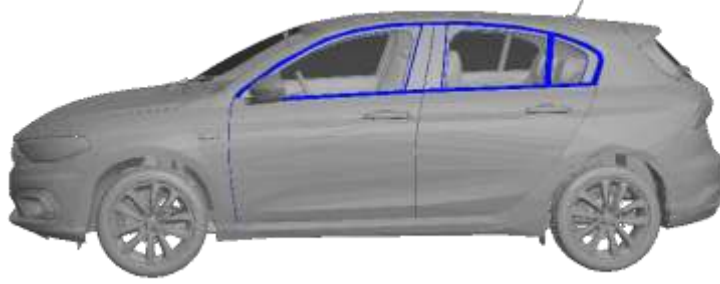
2. OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE FİTİL TÜRLERİNİN SINIFLANDIRILMASI VE FONKSİYONEL PERFORMANSLARI

Otomotiv endüstrisinde fitiller, gövde parçaları arasındaki titreşimi azaltma, ses yalıtımı, aerodinamik verimlilik ve gövde parçaları arasındaki sızdırmazlık gibi çok amaçlı görevleri yerine getirir. Kullanıcı konforu ve araç güvenliği açısından önemli bir rol oynarlar ve araçları dış koşullara karşı korur. Kullanılan fitil tipleri, hem işlevsel özelliklerine hem de yerleştirildikleri konuma göre sınıflandırılarak bu bölümde teknik ayrıntılarıyla ele alınmaktadır.

2.1 Statik Fitiller

Statik fitiller, montaj sonrası hareket etmeyen, sabit yüzeyler arasında sızdırmazlık sağlayan yapılardır. Genellikle kapı çerçevesi, bagaj perimetresi ve tavan kanalı gibi alanlarda kullanılırlar. Bu tür fitillerin temel amacı, su, toz ve hava sızıntısını engellemektir (Bhattacharya & Zhang, 2008). Statik fitillerde genellikle EPDM (etilen propilen dien monomer) gibi UV, ozon ve sıcaklık dayanımı yüksek elastomerler tercih edilir. Ayrıca, montaj toleranslarını absorbe edebilmek amacıyla genellikle içi köpük dolgudur ve düşük sertlikte Shore A değerlerine sahiptir.

Statik fitillerde en önemli performans kriterlerinden biri preload olarak tanımlanan montajda uygulanan sıkıştırma kuvvetidir. Preload değerinin yeterli olmaması, sızdırmazlık performansında zafiyetlere neden olurken; fazla preload ise kapı kapatma kuvvetlerini olumsuz etkileyebilir (Gao, Hensley & Zielke, 2014).



Şekil 2.1 Statik fitiller (A2MAC1)

2.2 Dinamik Fitiller

Dinamik fitiller, hareketli yüzeylerle sürekli temas hâlinde olan; sürtünmeye, aşınmaya ve deformasyona dayanıklı olarak tasarlanan fitil türüdür. Özellikle kapıların cam yüzeylerinde, camın yukarı-aşağı hareketi esnasında etkili bir sızdırmazlık sağlamak için kullanılırlar. Dinamik fitillerde yüzey sürtünmesini azaltmak amacıyla düşük sürtünmeli (low friction) kaplamalar uygulanır. Bu kaplamalar genellikle silikon bazlı veya flock (lif kaplama) yüzeylerdir (Szczeponiak et al., 2021).

Malzeme olarak TPV (termoplastik vulkanizat) gibi yarı elastomerik yapılar kullanılmakta, bu sayede hem elastikiyet hem de rijitlik dengesi sağlanmaktadır. Dinamik fitillerin tasarımında, dudak geometrisinin cam yüzeyine uyguladığı baskı, sürtünme kuvveti ve ses izolasyonu açısından belirleyicidir.



Şekil 2.2 Dinamik fitiller (A2MAC1)

2.3 Cam Fitilleri (Run Channel ve Beltline)

Cam fitilleri, hareketli cam yüzeylerin etrafını çevreleyerek hem sızdırmazlık sağlar hem de camın çalışması sırasında titreşimleri ve gürültüyü azaltır. Run channel, camın içine yerleştiği kanal yapısıdır ve genellikle EPDM + metal taşıyıcı + flock kaplama kombinasyonu içerir. Bu yapılar sayesinde cam hareketi sırasında sessiz ve dirençsiz bir geçiş elde edilir.

Beltline fitilleri ise kapı sacı ile camın kesiştiği noktada yer alır ve hem dış hem iç yüzeyde su/ses girişini engeller. Ayrıca aracın estetik dış görünümünde kontur çizgisini tanımlar. Bu nedenle beltline fitiller genellikle dış yüzeyi estetik kaplamalı (örneğin krom, siyah parlak) yapılır.

2.4 Bagaj ve Kaput Fitilleri

Bagaj ve motor kaputu fitilleri, özellikle yüksek sızdırmazlık ve geri yaylanma kabiliyeti gerektiren alanlardır. Bu fitiller genellikle yuvarlak kesitli, içi köpüklü ve yüksek geri esneme kabiliyetine sahip yapılarda üretilir. Fitolin kapandığında gösterdiği deformasyon miktarı ile tekrar eski haline dönme kapasitesi (compression set) bu noktada önem kazanır (Crawford & Kamm, 1997).

Kaput fitilleri ayrıca yaya güvenliği kapsamında aktif motor kaputu sistemleriyle entegre edilebilecek esneklikte tasarlanır. Bu tür uygulamalarda hem rijit hem de elastik davranışları dengelemek için çok malzemeli (örneğin EPDM + sert taşıyıcı) tasarımlar kullanılır.

2.5 Dolgu ve Kenar Fitilleri

Bu fitil türü daha çok estetik ve güvenlik amacıyla kullanılır. Sac kenarlarını kapatmak, montaj boşluklarını gizlemek ve keskin kenarların yaratabileceği kullanıcı yaralanmalarını önlemek adına dolgu ve kenar fitilleri tercih edilir. Malzeme olarak genellikle yumuşak PVC ya da termoplastik elastomerler (TPE) kullanılır.

Bu tip fitillerin araç NVH performansına etkisi az olmakla birlikte, montaj kolaylığı ve araç içi algılanan kalite açısından önemli katkılar sağlar. Kenar fitillerin kesitleri genellikle U-profil şeklindedir ve metal yüzeye baskı ile geçerek sabitlenir.



Şekil 2.3 Kenar fitilleri

3. FİTİLLERDE KULLANILAN MALZEME TEKNOLOJİLERİ

Otomotiv fitilleri, araç gövdesiyle dış çevre arasındaki etkileşimi yöneten, çok fonksiyonlu mühendislik elemanlarıdır. Bu sistemlerde kullanılan malzemeler; sızdırmazlık, dayanım, esneklik ve ses yalıtımı gibi fonksiyonları uzun süre boyunca sürdürebilecek yapıda olmalıdır. Dolayısıyla malzeme

seçimi, fitilin yerleştirileceği bölgeye, görevine ve maruz kalacağı çevresel koşullara bağlı olarak dikkatle yapılmalıdır (Ulrich & Eppinger, 2016).

Modern otomotiv uygulamalarında kullanılan fitil malzemeleri temel olarak elastomer esaslıdır. Bununla birlikte, çok bileşenli sistemler, kaplama teknolojileri ve yapısal katkı malzemeleri ile bu sistemlerin performansı arttırılmaktadır.

3.1 EPDM (Etilen Propilen Dien Monomer)

Otomotiv fitillerinde en yaygın kullanılan elastomerlerden biri EPDM'dir. Yüksek ozon, UV, sıcaklık ve nem direnci sayesinde, dış ortamla temas eden sızdırmazlık uygulamalarında ideal bir çözümdür. Ayrıca, düşük yoğunluklu ve kolay işlenebilir yapısı nedeniyle hem katı hem de sünger versiyonları üretilebilir (Crawford & Kamm, 1997).

EPDM malzemesi çoğunlukla ekstrüzyon yöntemiyle işlenir. Sünger (foam) formda kullanıldığında iç yapısında hava kabarcıkları barındırır; bu da onu hem hafif hem de iyi bir ses ve darbe sönümleyici hâle getirir. Ayrıca, çok dudaklı sızdırmazlık sistemlerinde farklı sertlik derecelerinde EPDM kombinasyonları kullanılarak hem yumuşak temas hem de rijit sabitleme aynı anda sağlanabilir.



Şekil 3.1 EPDM Hamuru Ekstrüzyonu

3.2 TPV (Termoplastik Vulkanizat) ve TPE (Termoplastik Elastomerler)

Son yıllarda geri dönüşüm ve proses kolaylığı açısından termoplastik elastomerlere yönelim artmıştır. TPV (örneğin Santoprene®), vulkanize edilmiş kauçuk fazı ile termoplastik matrisin birleşiminden oluşan bir yapıdır. TPV'ler hem elastik davranış gösterir hem de enjeksiyon kalıplama veya ekstrüzyon gibi termoplastik işleme tekniklerine uygundur (Ramorino & Dintcheva, 2013).



Şekil 3.2 TPV Granül

TPV'ler EPDM'ye kıyasla daha düşük yoğunluklu olup, özellikle iç trim parçalarıyla temas eden kenar fitillerinde tercih edilmektedir. Bununla birlikte, dış ortam koşullarına maruziyet gereken bölgelerde EPDM hâlâ tercih sebebidir. TPV'lerin darbe dayanımı daha düşüktür; ancak proses kolaylığı ve çok bileşenli kalıplama avantajları sayesinde kompleks geometrilerde yaygınlaşmaktadır.

Özellik	EPDM	TPV
Yapı	Termoset elastomer	Termoplastik elastomer
Isı Dayanımı	-50°C ila 150°C	-40°C ila 135°C
UV Direnci	Mükemmel	İyi
Renk Stabilitesi	Orta	Yüksek
Geri Dönüşüm	Zor	Kolay
İşlenebilirlik	Karmaşık	Kolay

Çizelge 3.1 TPV ve EPDM karşılaştırması

3.3 Sert Taşıyıcı Malzemeler (Metal ve Termoplastikler)

Bazı fitiller, yapılarını koruyabilmek ve araç gövdesine sabitlenebilmek için sert taşıyıcılar içerir. Geleneksel olarak çelik veya alüminyum şeritler kullanılan bu sistemlerde, son yıllarda PP (polipropilen) veya PA (poliamid) gibi termoplastik taşıyıcılar da kullanılmaya başlanmıştır. Bu yapı, hem hafifleme hem de korozyon dayanımı açısından avantaj sağlar.

Metal taşıyıcılı fitiller genellikle U-profil şeklinde olup sac yüzeylerine geçme kuvvetiyle monte edilir. Sert taşıyıcı kullanılan sistemlerde, elastomer kısmın geometrisi taşıyıcıyı çevreleyecek şekilde ko-ekstrüzyon yöntemiyle birlikte şekillendirilir.

3.4 Köpük Dolgulu Yapılar

Sünger EPDM veya TPE köpük yapı, özellikle preload uygulanan bölgelerde tercih edilir. Köpük yapıların avantajı, düşük sıkıştırma kuvvetiyle yüksek geri yaylanma sağlamasıdır. Bu sayede kapı kapama

kuvvetleri düşük tutulurken, sızdırmazlık fonksiyonu korunur (Niemann & Steger-Jensen, 2008). Genellikle fitilin iç bölgesine uygulanır ve dış yüzey daha yoğun, kapalı hücreli malzeme ile kaplanır.

3.5 Yüzey Kaplamaları ve Squeak Noise Problemleri

Fital yüzey kaplamaları, özellikle hareketli yüzeylerle temas eden uygulamalarda, sürtünme ve aşınma gibi olumsuz etkilere karşı birinci savunma hattıdır. Bu kaplamalar, hem sürtünme katsayısını düşürerek fitilin ömrünü uzatır, hem de aracın konfor düzeyini doğrudan etkileyen ses oluşumlarını önler.

Bu yüzey kaplamalarının temel amacı, özellikle cam, sac veya plastik gibi rijit yüzeylerle temas eden fitil bölgelerinde, oluşabilecek sürtünme kaynaklı sorunları minimize etmektir. Zamanla ortaya çıkan yüzey aşınmaları, ses oluşumu ve yapışma-kopma (stick-slip) davranışı araç içi konforu olumsuz etkileyebilir.

Bu bağlamda, fitil kaplamalarının en kritik fonksiyonlarından biri de, squeak (gıcırtı) ve rattle (tıngırtı) gibi istenmeyen NVH (Noise, Vibration, Harshness) problemlerini önlemektir. Aşağıda bu teknolojiler ve ilgili problemler detaylı olarak ele alınmaktadır.

Flock Kaplama (Kadife Lif Kaplama)

En yaygın kullanılan yüzey kaplama türüdür. Fitilin dış yüzeyine, genellikle naylon veya polyester mikro liflerin yapıştırılmasıyla elde edilir. Elektrostatik flocklama yöntemiyle lifler dik olarak yüzeye sabitlenir. Bu sayede:

- Cam ile fitil arasındaki hareket sırasında oluşan sürtünme minimize edilir,
- Yumuşak, kadifemsi bir yüzey elde edilerek konfor algısı artırılır,
- Cam hareketleri sırasında oluşabilecek squeak (gıcırtı) sesleri engellenir.

Flock kaplama genellikle run channel ve beltline fitillerde uygulanır. Yüzeyin aşındırıcı ortamlara karşı dayanımı sınırlıdır; bu nedenle zamanla lif kaybı yaşanabilir, bu da cam ile fitil arasındaki sürtünmenin artmasına ve yeniden ses oluşumuna yol açar (Szczeponiak et al., 2021).



Şekil 3.2 Flock Kaplama

Silikon Kaplama

Cam hareketinin yoğun olduğu bölgelerde, düşük sürtünmeli ve uzun ömürlü bir kaplama çözümüdür. Fital yüzeyine uygulanan ince silikon film sayesinde:

- Sürtünme katsayısı çok düşük tutulur ($\mu < 0.2$),
- Cam sürtünmesi sonucu oluşan titreşimler minimuma iner,
- Squeak ve stick-slip kaynaklı titreşimli sesler önlenmiş olur.

Silikon kaplamalar, flock'a göre daha ince ve kaygan bir yüzey sağlar, ancak yüzey çizilmelerine karşı daha hassas olabilir.

PU (Poliüretan) ve Hibrit Kaplamalar

Bazı OEM'ler, özel olarak geliştirilmiş poliüretan bazlı low-friction kaplamalar kullanmaktadır. Bu kaplamalar, hem kimyasal dayanım hem de UV direnci açısından avantajlıdır. Özellikle:

- Kapı içi trim parçalarıyla temas eden kenar fitillerinde,
- Kapı kapanış bölgelerinde oluşan temas hatlarında

uygulanarak hem NVH hem de yüzey çizilme problemleri önlenir.

Squeak Noise Problemlerinin Temel Nedenleri

1. Malzeme Uyumsuzluğu: Farklı sertlikteki yüzeyler arasında gerçekleşen mikroskobik yapışma/kopma hareketi (stick-slip), sürtünme kaynaklı ses üretir (Kim et al., 2008).
2. Kaplama Aşınması: Flock veya silikon kaplamaların zamanla aşınması sonucu çıplak elastomerin cam gibi yüzeylerle doğrudan teması, gıcırtı sesine neden olur.
3. Yetersiz Preload veya Montaj Boşlukları: Fitalin yeterli baskı uygulamaması veya boşluk bırakılması, titreşim ve tıngırtı üretir.
4. Dış Etkenler (Toz, kum, buz): Yüzeydeki partiküller, sürtünme karakterini değiştirerek ses oluşumunu tetikler.

Squeak problemlerinin önlenmesi için yüzey kaplama teknolojisi, malzeme uyumluluğu ve doğru preload uygulaması birlikte ele alınmalıdır. Uygulama bölgesine uygun kaplama seçimi – örneğin, hareketli cam bölgelerinde silikon, dar alanlarda flock – sürtünme kaynaklı seslerin engellenmesinde etkilidir. Kaplama malzemelerinin UV ve kimyasallara karşı dayanıklı formülasyonlarla geliştirilmesi, ömrü uzatır ve performansı korur.

Bununla birlikte, elastomerin temas ettiği yüzeyle olan sürtünme karakteri ve preload miktarı, NVH problemlerini doğrudan etkiler. Bu nedenle, tasarım aşamasında sanal simülasyonlar ve laboratuvar testleriyle sürtünme ve deformasyon analizi yapılmalı, gerekirse malzeme eşleştirmesi yeniden değerlendirilmelidir. Tüm bu önlemler, fitil kaynaklı ses sorunlarının erken aşamada engellenmesine katkı sağlar.

4. Fitol Kritik Kesit Tasarımları ve Geometrik Parametreler

Otomotivde kullanılan fitillerin performansı yalnızca malzeme seçimiyle değil, aynı zamanda kesit geometrisinin fonksiyonel ihtiyaçlara göre doğru şekilde tasarlanmasıyla doğrudan ilişkilidir. Fitilin uygulama bölgesine, maruz kalacağı kuvvetlere ve gerçekleştirilmesi gereken sızdırmazlık fonksiyonuna bağlı olarak dudak sayısı, kalınlık dağılımı, iç boşluk yapısı ve yüzey temas alanı gibi birçok parametre, kesit tasarımında dikkatle değerlendirilmelidir (Crawford & Kamm, 1997).

4.1 Dudak Sayısı ve Yapısı

Fitil kesitinde yer alan dudaklar, sızdırmazlık fonksiyonunun temel elemanlarıdır. Tek dudaklı sistemler düşük yoğunluklu sızdırmazlık sağlarken, çok dudaklı (multi-lip) yapılar özellikle yüksek basınç, rüzgâr ve suya karşı daha etkili bir bariyer oluşturur. Dudaklar, temas ettiği yüzeye hafif preload uygulayarak mikro sızıntıları engeller. Ancak dudak sayısının artması, üretim karmaşıklığını ve maliyeti artırabilir; dolayısıyla uygulama bölgesine göre optimum yapı tercih edilmelidir (Ulrich & Eppinger, 2016).

4.2 Preload (Ön Gerilme) ve Sıkıştırma Oranı

Fitilin tasarımı sırasında, temas yüzeyine uygulayacağı baskı – yani preload – doğru hesaplanmalıdır. Yetersiz preload, sızdırmazlığı bozar; aşırı preload ise kapı kapanma kuvvetlerini artırarak kullanıcı konforunu olumsuz etkiler. Genel olarak fitillerde %30-40 sıkıştırma oranı, hem performans hem de dayanım açısından optimum değerlerdir. Bu oran, özellikle sünger EPDM kullanılan bölgelerde daha esnek ve geri yaylanabilir kesit tasarımlarıyla desteklenir (Niemann & Steger-Jensen, 2008).

4.3 İç Boşluk (Hollow Chamber) ve Köpük Dolgular

Fitil kesitlerinde yer alan iç boşluklar, sıkıştırılabilirliği artırarak daha yumuşak bir kapı kapanma hissi sağlar. Bu yapı, aynı zamanda NVH performansını olumlu etkiler ve darbe yüklerinin sönümlenmesine katkıda bulunur. Bazı kesitlerde, iç boşluklar köpük dolgu malzemeleriyle desteklenerek hem form stabilitesi hem de geri yaylanma kabiliyeti artırılır. Ayrıca bu yapı, dış gürültü izolasyonu açısından da etkilidir (Bhattacharya & Zhang, 2008).

4.4 Kesitte Malzeme Geçişleri ve Rijitlik Kontrolü

Modern fitil tasarımlarında, farklı elastomer sertlikleri bir arada kullanılabilir. Örneğin; iç taşıyıcı kısmı daha sert bir EPDM veya TPV'den, dış temas dudakları ise daha yumuşak sünger yapısından üretilebilir. Bu sayede hem montaj dayanımı hem de yumuşak sızdırmazlık yüzeyi aynı kesitte sağlanır. Ko-ekstrüzyon yöntemiyle oluşturulan bu geçişli yapılar, özellikle kompleks gövde konturlarına uyum sağlamak açısından avantajlıdır.

4.5 Geometrik Uyumluluk ve Montaj Toleransları

Fitil kesitleri, aracın sac geometrisiyle birebir uyumlu olacak şekilde tasarlanmalıdır. Özellikle köşe dönüşlerinde veya çift eğimli yüzeylerde, kesit geometrisinin elastik deformasyon kapasitesi yeterli değilse, boşluk veya gerilme bölgeleri oluşabilir. Bu durum hem sızdırmazlık zafiyetine hem de NVH problemlerine

yol açar. Bu nedenle, kesit tasarımı aşamasında 3D CAD tabanlı montaj simülasyonları kullanılarak fitilin elastik davranışı analiz edilmelidir.

5. ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ VE MONTAJ YÖNTEMLERİ

Otomotiv fitillerinin üretim süreci, malzeme tipine ve fonksiyonel yapısına bağlı olarak farklı tekniklerin bir arada kullanıldığı karmaşık bir yapıya sahiptir. Fitillerin hem elastomer hem de taşıyıcı parçalardan oluşması, ayrıca ses, toz, su gibi çevresel etkenlere karşı yüksek performans beklentisiyle üretim teknolojilerini doğrudan şekillendirmiştir. Bu bölümde, fitil üretiminde yaygın olarak kullanılan teknikler ve araç montaj süreçlerindeki uygulamalar açıklanmaktadır.

5.1 Ekstrüzyon ve Ko-Ekstrüzyon Teknolojileri

Fitil üretiminde en temel üretim yöntemi ekstrüzyondur. Ekstrüzyon işlemi sırasında elastomer malzeme – genellikle EPDM veya TPV – bir vida mekanizmasıyla eritilerek kalıplardan geçirilir ve istenilen kesit formuna getirilir. Bu işlem, yüksek doğrulukta kesit geometrisi oluşturulmasını sağlar.

Daha karmaşık fonksiyonları olan fitillerde ise ko-ekstrüzyon kullanılır. Bu yöntemde birden fazla malzeme aynı anda, ayrı kanallardan beslenerek tek bir kesitte birleştirilir. Örneğin; sert bir taşıyıcı profil ile yumuşak bir sızdırmazlık dudak yapısı tek işlemle üretilebilir. Bu teknik, farklı sertlikte malzemelerin birleştirilmesini ve fonksiyonel geçişlerin sağlanmasını mümkün kılar (Crawford & Kamm, 1997).

Ko-ekstrüzyon aynı zamanda renkli dış yüzeyler, krom detaylar, veya estetik kaplamalarla zenginleştirilmiş fitillerin üretiminde de kullanılır. Böylece hem görsel kalite hem de teknik performans birlikte sağlanabilir.

5.2 Köpükleme ve Hücresel Yapı Oluşturma

Sünger EPDM veya TPV köpük yapılar, ekstrüzyon sürecinde kimyasal veya fiziksel köpükleme ajanları ile elde edilir. Bu süreçte malzemenin içinde kontrollü şekilde hava boşlukları oluşturularak düşük yoğunluk, yüksek sıkıştırılabilirlik ve düşük preload ihtiyacı sağlanır. Hücresel yapı, aynı zamanda NVH performansını artırarak ses ve titreşim sönümleme açısından avantaj sunar.

Köpükleme süreci genellikle ekstrüzyon çıkışında, özel profilendirme kalıpları ve kontrollü sıcaklık bölgeleri ile hassas şekilde yönetilir. Fitil iç yapısında kapalı hücreli köpük kullanılması, dış etkilere karşı daha yüksek sızdırmazlık sağlarken, açık hücreli yapı daha iyi darbe emilimi sunar.

5.3 Flocking ve Yüzey Kaplama Uygulamaları

Fitil yüzeyine uygulanan flock kaplama, fitilin camla temas ettiği bölgelerde sürtünmeyi azaltmak ve ses problemlerini engellemek amacıyla yapılır. Bu işlem, elektrostatik yöntemle kısa liflerin fitil yüzeyine dikey olarak yapıştırılmasıyla gerçekleştirilir. Üretim sürecinde flocklama genellikle ekstrüzyon sonrasında, ayrı bir istasyonda uygulanır ve ardından yüksek sıcaklıkta fırınlanarak sabitlenir (Szczepaniak et al., 2021).

Alternatif olarak silikon bazlı veya poliüretan yüzey kaplamaları, fırça, püskürtme veya kaplama hatlarıyla uygulanır. Bu uygulamalar genellikle özel bölge gereksinimlerine göre seçilir ve NVH performansında kritik rol oynar.

5.4 Otomatik Kesme, Kaynak ve Bağlantı İşlemleri

Fitiller genellikle belirli uzunluklarda kesilerek araç üzerindeki çevresel geometriye uygun hale getirilir. Bu işlem otomatik kesme makineleri ile gerçekleştirilir ve özellikle köşe dönüşleri için soğuk veya sıcak bükme teknikleri uygulanır. Kesilen parçaların uçları genellikle ultrasonik kaynak veya sıcak plaka kaynak yöntemleriyle birleştirilerek kapalı çevrim oluşturulur.

Kaynak sonrası yüzey düzgünlüğü ve sızdırmazlık performansı test edilerek kalite güvence altına alınır. Bu süreçler, özellikle bagaj çevresi, cam fitilleri ve kapı çevresi gibi sızdırmazlık gerektiren alanlarda hassasiyetle uygulanmalıdır.

5.5 Araç Montaj Hatlarında Uygulanan Montaj Yöntemleri

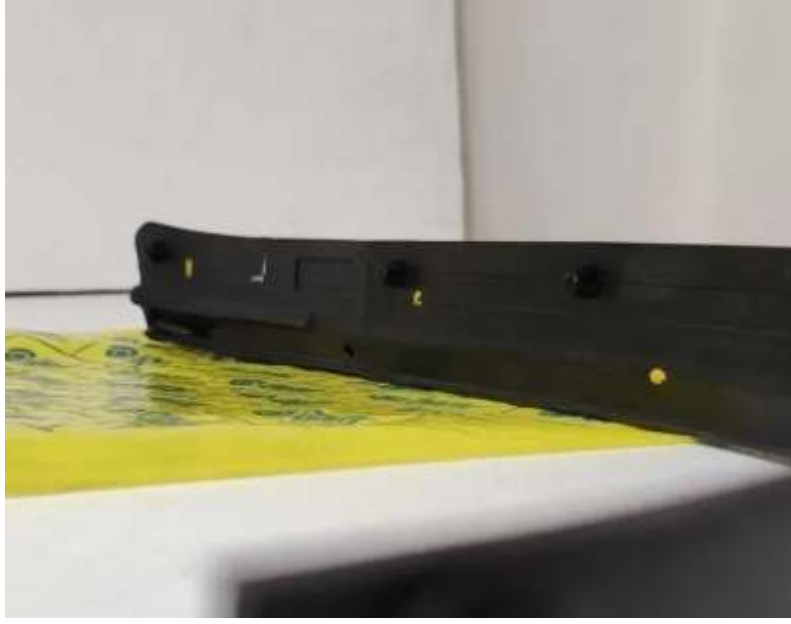
Üretilen fitiller, araç üretim hattında gövdeye monte edilirken farklı sabitleme yöntemleri kullanılır. En yaygın yöntemler:

- Geçme (snap-fit) montaj: U-profil metal taşıyıcılı fitiller, sac kenarına bastırılarak sabitlenir.
- Klipsli montaj: Özellikle cam altı ve dinamik bölgelerde plastik bağlantı klipsleriyle yerleştirilir.
- Yapıştırıcı destekli sabitleme: Yüksek hız ve yüksek sıcaklığa maruz kalan alanlarda, çift taraflı bant veya özel primer bazlı yapıştırıcılar ile sabitlenir.

Montaj sürecinde dikkat edilmesi gereken en önemli kriter, fitilin doğru preload ile sıkıştırılması ve tüm çevrim boyunca sürekli temas sağlanmasıdır. Aksi halde sızdırmazlık zafiyetleri ve NVH problemleri ortaya çıkabilir (Ulrich & Eppinger, 2016).



Şekil 5.1 Geçme Fitil Örneği



Şekil 5.2 Klipsli Fital Örneği

6. Performans Testleri ve Standartlar

Otomotiv fitilleri, araç üzerinde uzun süreli çevresel ve mekanik etkilere maruz kalmaları nedeniyle çok yönlü performans testlerine tabi tutulurlar. Bu testlerin amacı, sızdırmazlık, dayanıklılık, deformasyon direnci ve çevresel etkilere karşı davranışların değerlendirilmesidir. Ayrıca, birçok test hem orijinal ekipman üreticileri (OEM) tarafından geliştirilen iç standartlara hem de uluslararası normlara (SAE, ISO, ASTM, ECE) dayanır.

Aşağıda fitil sistemlerinin test edildiği ana performans alanları ve ilgili test yöntemleri detaylı olarak ele alınmaktadır.

6.1 Sızdırmazlık Testleri (Su, Toz, Hava)

Fitillerin temel fonksiyonu olan sızdırmazlık, genellikle yüksek basınçlı su püskürtme testleri (shower test) ile değerlendirilir. Bu testlerde araç üzerine kontrollü debide ve belirli açılarda su püskürtülerek, iç mekâna su sızıntısı olup olmadığı gözlemlenir. Elde edilen sonuçlara göre, fitilin dudak yapısı, preload miktarı ve montaj hassasiyeti değerlendirilir.

Toz geçirmezlik ise genellikle test kabinlerinde, fitilin çevresine uygulanan basınçlı toz partikülleri ile değerlendirilir. Bu testlerde araç içinde toz saptama kartları veya partikül sayacı cihazları kullanılarak sonuçlar analiz edilir. Ayrıca, hava sızdırmazlığı için diferansiyel basınç altında yapılan hava kaçak testleri de yaygındır. Bu testler, özellikle elektrikli araçlarda kabin izolasyonu için kritik öneme sahiptir (Gao, Hensley & Zielke, 2014).

6.2 Geri Yaylanma (Compression Set) ve Deformasyon Direnci

Fitillerin uzun süreli baskı altında elastikiyetini koruyabilmesi, sızdırmazlık performansı açısından belirleyici bir özelliktir. Bu amaçla uygulanan compression set testi, belirli sıcaklıkta ve süre boyunca

sıkıştırılan fitilin, yük kaldırıldığında ne kadar eski formuna dönebildiğini ölçer. Genellikle 23 °C, 70 °C ve 100 °C’de, %25-50 sıkıştırma oranıyla yapılan bu testler sonucunda kalan deformasyon yüzde olarak ifade edilir (ASTM D395).

Düşük compression set değeri, fitilin tekrar tekrar sıkıştırılabilir olduğunu ve zamanla sızdırmazlığını kaybetmeyeceğini gösterir. Bu özellik, özellikle kapı, bagaj ve kaput bölgelerinde tekrarlanan kapanma-açılma döngülerinde performansın sürekliliği için kritiktir.

6.3 UV, Ozon ve Yaşlandırma Dayanımı

Dış ortamla doğrudan temas eden fitillerin UV ışınlarına, ozon gazına ve sıcaklık değişimlerine karşı dayanıklı olması beklenir. Bu testlerde fitil numuneleri, özel yaşlandırma kabinlerinde belirli sürelerle maruz bırakılır ve sonrasında renk değişimi, sertlik artışı, yüzey çatlakları gibi parametreler kontrol edilir.

- UV dayanımı testleri: ISO 4892 standardına göre gerçekleştirilir.
- Ozon dayanımı testleri: ASTM D1149 kapsamında, belirli ozon konsantrasyonlarında çatlama incelenir.
- Isıl yaşlandırma: Termal çevrimlere karşı malzemenin mekanik özelliklerini ne kadar koruyabildiği değerlendirilir.

6.4 Darbe ve Mekanik Dayanım Testleri

Fitillerin montaj bölgelerinde karşılaştığı ani yüklemelere karşı davranışları da test edilir. Özellikle bagaj fitilleri gibi yükleme sırasında deformasyona uğrayan parçalar için darbe absorpsiyon testleri uygulanır. Bu testlerde belirli kütledeki çekiç veya yük, belirli yükseklikten düşürülerek deformasyon ve kalıcı hasar izlenir.

Ayrıca, çekme kopma dayanımı, sertlik ölçümü (Shore A) ve gerilme-uzama testleri gibi klasik mekanik testlerle malzemenin temel davranışları değerlendirilir. Bu testler genellikle ISO 37 veya ASTM D412 standartlarına göre yapılır.

Bu testler sonucunda, özellikle EPDM ve TPV gibi elastomer malzemelerin dış ortam dayanım performansı karşılaştırılabilir hâle gelir.

6.5 Sürtünme ve NVH Testleri

Dinamik fitillerin camla temas eden bölgelerinde, sürtünme kuvveti ve gıcırta oluşumu (squeak) en sık karşılaşılan problemlerdir. Bu nedenle fitiller, cam hareket simülatörleriyle test edilerek:

- İleri-geri cam hareketinde oluşan sürtünme profili,
- Squeak/rattle oluşup oluşmadığı,
- Sıcaklık ve nem altındaki davranışı değerlendirilir.

Bu testler hem fiziksel prototiplerle hem de NVH laboratuvar ortamlarında mikrofon destekli ses kaydı ile gerçekleştirilir. Ayrıca, bazı OEM’ler bu testlerde psikoakustik analizler kullanarak sesin insan algısına etkisini de değerlendirir.

6.6 Yorulma (Fatigue) Testleri

Fitillerin uzun ömürlü olması, tekrar eden mekanik yüklemeler altında elastik davranışını koruyabilmesiyle mümkündür. Özellikle dinamik olarak çalışan kapı ve bagaj sistemlerinde, fitilin her açma-kapama döngüsünde maruz kaldığı sıkıştırma, sürtünme ve deformasyon kuvvetleri zamanla malzemede yorulma davranışına neden olur.

Yorulma testlerinde, fitil sistemleri genellikle test riglerine yerleştirilerek:

- 10.000 ila 100.000 döngü arasında kapama-açma simülasyonuna tabi tutulur,
- Test süresince sıkıştırma kuvveti, sürtünme kuvveti ve preload değişimi izlenir,
- Döngüler sonunda fitil üzerinde kalıcı deformasyon, çatlama, sıkışma seti ve performans kaybı değerlendirilir.

Bu testler, özellikle kapı fitilleri için araç içi ses yalıtımı ve su sızdırmazlığının uzun vadeli korunup korunamayacağını öngörmek için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, çok dudaklı kesitlerde dudak deformasyonu, sünger fitillerde hücresel yapının çökmesi gibi bozulmalar da bu testlerle izlenebilir (Kim ve ark., 2008).

Fatigue testi sonuçları genellikle NVH testleriyle birlikte değerlendirilir ve fitilin ömrü için bir tahmin modeli oluşturulabilir. Özellikle elektrikli araçlarda daha sessiz kabin ortamları beklendiğinden, bu testlerin önemi artmaktadır.

6.7 Standartlar ve OEM Spesifikasyonları

Uluslararası standardizasyon kuruluşları ve araç üreticileri, yukarıda belirtilen testleri tanımlayan veya sınır değerler belirleyen normlar geliştirmiştir. Bunlardan bazıları:

- SAE J826, J1527: Fitil elastomerleri için genel fiziksel testler
- ASTM D2000: Otomotiv elastomerlerinin sınıflandırılması ve test koşulları
- ISO 3302: Elastomerik profil toleransları
- ECE R110, FMVSS 302: Yangın dayanımı ve araç içi güvenlik standartları
- OEM Teknik Şartnameleri (VW TL, Renault, PSA, Tofaş vb.): Araç özelinde belirlenmiş, marka içi teknik kriterler

Standartlara uygunluk, yalnızca tedarikçi onayı için değil, aynı zamanda müşteri memnuniyetini ve garanti sürelerini doğrudan etkileyen bir gerekliliktir.

7. YENİ TRENDLER VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK YAKLAŞIMLARI

Otomotiv endüstrisi, son yıllarda karbon ayak izini azaltma, daha az enerji tüketen üretim yöntemleri kullanma ve geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı gibi sürdürülebilirlik hedeflerine güçlü biçimde yönelmiştir. Bu dönüşüm süreci, araç tasarımının tüm alt bileşenlerinde olduğu gibi, fitil sistemlerinde de yeni trendlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Malzeme seçimi, üretim yöntemi ve fonksiyonel tasarım kararları bu hedeflerle uyumlu hâle getirilmektedir.

7.1 Geri Dönüştürülebilir ve Biyobazlı Malzeme Kullanımı

Geleneksel EPDM ve TPV bazlı elastomerlerin yerine, biyobazlı veya geri dönüştürülmüş içerikli elastomerlerin kullanımı giderek artmaktadır. Özellikle bazı TPV türleri, %20–40 oranında post-industrial (üretim artığı) veya post-consumer (kullanıcı sonrası) geri dönüşüm içerikleriyle üretilebilmektedir. Bu tür malzemeler, çevresel açıdan daha sürdürülebilir bir profil sunarken, performans açısından da belirli kriterleri sağlayabilmektedir (Ramorino & Dintcheva, 2013).

Ek olarak, biyobazlı polimerler (örneğin doğal yağ bazlı elastomerler veya lignin katkılı TPE’ler) üzerine yapılan çalışmalar, gelecekte bu malzemelerin EPDM’ye alternatif olabileceğini göstermektedir. Ancak bu malzemelerin uzun vadeli UV ve sıcaklık dayanımı gibi teknik sınamaları henüz standartlaştırılmış değildir.

7.2 Hafifletme ve Malzeme Verimliliği

Sürdürülebilirlik hedeflerinin bir diğer boyutu da araç kütlelerinin azaltılmasıdır. Bu kapsamda, fitil sistemlerinde daha az malzeme kullanılarak aynı sızdırmazlık performansını sağlayan kesitlerin tasarlanması büyük önem taşımaktadır. Örneğin:

- Köpük iç yapılı çok dudaklı sistemlerin, masif yapılara göre daha düşük ağırlıkta benzer performans verdiği görülmektedir.
- Sert taşıyıcılarda çelik yerine hafif plastik malzeme kullanımı ile hem montaj kolaylığı hem de kütle azaltımı sağlanabilmektedir.

Malzeme verimliliği, sadece üretim aşamasında değil, aynı zamanda taşıma ve montaj süreçlerinde de enerji tasarrufu sağlamaktadır.

7.3 Elektrikli Araçlara Yönelik Fitil İhtiyaçları

Elektrikli araçların (EV) geleneksel içten yanmalı motorlu araçlara kıyasla çok daha sessiz bir sürüş ortamı sunması, NVH yönetiminde yeni beklentileri beraberinde getirmiştir. İçten yanmalı motorların yarattığı arka plan gürültüsünün olmaması, fitillerin neden olduğu en küçük gıcırımların bile yolcu tarafından duyulmasını mümkün kılmaktadır.

Bu nedenle EV’lerde kullanılan fitillerin:

- Daha düşük sürtünme katsayısına sahip olması,
- Cam hareketlerinde squeak oluşmaması,
- Kabin izolasyonunu maksimum seviyeye çıkaracak şekilde çift katmanlı yapılarda olması beklenmektedir.

Ayrıca, elektrikli araç platformlarının çoğunda yeni nesil kapı tasarımları (örneğin çerçevesiz kapılar, yumuşak kapanma sistemleri) kullanıldığından, bu tasarımlara uyumlu yeni nesil fitil sistemleri geliştirilmektedir.

7.4 Dijital Simülasyon ve Sanal Doğrulama Trendleri

Yeni nesil fitil tasarımlarında, ürün geliştirme süresini kısaltmak ve çevresel test sayısını azaltmak için sayısal analiz ve sanal doğrulama yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle:

- FEM tabanlı sızdırmazlık simülasyonları,
- NVH analizleri ve akustik modellemeler,
- Termal genleşme ve preload simülasyonları ile fitil performansı önceden öngörülebilmektedir.

Bu yöntemler, sürdürülebilirlik açısından daha az prototip üretimi, daha düşük test maliyeti ve daha az malzeme israfı anlamına gelmektedir. Aynı zamanda, döngü başına daha hızlı mühendislik kararı alınmasını sağlar.

Bu yeni trendler, otomotiv sızdırmazlık sistemlerinin geleceğini yalnızca mühendislik performansı açısından değil, aynı zamanda çevresel etki ve yaşam döngüsü değerlendirmeleri açısından da şekillendirmektedir. Fitiller, bu bağlamda artık sadece bir yalıtım parçası değil, aynı zamanda karbon ayak izi optimizasyonunun da bir parçası hâline gelmiştir.

8. SONUÇ

Bu çalışmada, otomotiv sektöründe kullanılan fitil sistemleri; türleri, malzeme teknolojileri, kesit tasarımı, üretim yöntemleri ve performans testleri açısından bütüncül bir yaklaşımla ele alınmıştır. Araç gövde sistemlerinde sızdırmazlık, ses yalıtımı, titreşim sönümleme ve estetik gibi birçok görevi aynı anda üstlenen fitillerin, hem mühendislik hem de kullanıcı konforu açısından taşıdığı kritik rol açıkça ortaya konmuştur.

Teknik olarak, fitil performansını belirleyen en önemli parametrelerin başında; uygun elastomer malzeme seçimi, fonksiyonel kesit geometrisi ve doğru preload uygulaması gelmektedir. Bu faktörlerin her biri, sızdırmazlık başarısının yanı sıra NVH davranışı, montaj kolaylığı ve uzun vadeli dayanıklılık gibi performans metrikleri üzerinde doğrudan etkilidir. Ayrıca, üretim süreçlerinde kullanılan ekstrüzyon, ko-ekstrüzyon, köpükleme ve yüzey kaplama gibi teknolojiler, bu sistemlerin araç üzerindeki başarımını destekleyen temel unsurlar olarak öne çıkmaktadır.

Performans testleri açısından fitillerin yalnızca ilk montajdaki uygunluğu değil, uzun dönemli deformasyon direnci (compression set), çevresel yaşlanma davranışı (UV, ozon, sıcaklık) ve mekanik dayanımı da detaylı şekilde doğrulanmalıdır. Bu bağlamda, SAE, ISO ve ASTM gibi standartlara uygun test prosedürleri; ürün kalitesinin ve müşteri memnuniyetinin sürdürülebilirliği açısından zorunludur.

Sürdürülebilirlik perspektifinden bakıldığında ise geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı, hafifletilmiş kesit tasarımları ve üretim verimliliği gibi faktörlerin, fitil sistemleri üzerindeki etkisi artmaktadır. Özellikle elektrikli araçlardaki yüksek yalıtım beklentileri, bu komponentlerin yeni nesil tasarım kriterlerine uygun biçimde yeniden yorumlanmasını gerektirmektedir.

Bu kapsamda çalışmanın sonucunda aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Fitil tasarımları, sadece mühendislik performansı değil, aynı zamanda üretim maliyeti, sürdürülebilirlik ve kullanıcı algısı çerçevesinde çok kriterli olarak değerlendirilmelidir.
- Özellikle camla temas eden bölgelerde yüzey kaplama teknolojileri, squeak/rattle gibi müşteri şikâyetlerinin önlenmesi açısından erken aşamada test edilmelidir.
- Elektrikli araç platformları için düşük sürtünmeli, yüksek yalıtımlı ve estetik uyumlu yeni nesil fitil sistemlerinin geliştirilmesine yönelik Ar-Ge çalışmaları artırılmalıdır.

- Gelecekte, dijital simülasyon tekniklerinin kullanımının yaygınlaştırılması; fitil sistemlerinin sanal ortamda optimize edilmesini ve fiziksel prototip sayısının azaltılmasını mümkün kılacaktır.

Sonuç olarak, otomotiv fitil sistemleri, hem araç güvenliği hem de kullanıcı konforu açısından stratejik önemde olup, çok disiplinli bir tasarım ve mühendislik yaklaşımı gerektirmektedir. Bu alanda yapılacak sistematik araştırmalar, sektörün kalite, verimlilik ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında önemli bir rol oynayacaktır.

KAYNAKÇA

ASTM D1149 – Standard Test Method for Rubber Deterioration—Cracking in an Ozone Controlled Environment.

ASTM D395 – Standard Test Methods for Rubber Property—Compression Set.

Bhattacharya, S., & Zhang, W. (2008). Design of Automotive Sealing Systems for Noise Reduction. SAE Technical Paper Series.

Crawford, R. J., & Kamm, J. (1997). Plastics Engineering. Butterworth-Heinemann.

Gao, P., Hensley, R., & Zielke, A. (2014). A Road Map to the Future for the Auto Industry. McKinsey & Company.

ISO 3302 – Rubber — Tolerances for Products.

ISO 4892 – Plastics — Methods of Exposure to Laboratory Light Sources.

Kim, J., Park, K., & Lee, J. (2008). Stick-slip behavior in rubber-glass contact and its relation to friction-induced noise. Tribology International, 41(4), 323–331.

Niemann, J., & Steger-Jensen, K. (2008). Product Development with Integrated Methods: Modeling, Management and Decision Support. Springer.

Ramorino, G., & Dintcheva, N. T. (2013). Thermoplastic Vulcanizates: From Basic Properties to Processability. Polymer-Plastics Technology and Engineering, 52(9), 919–926.

Szczepaniak, J., Bednarczyk, M., & Dąbrowski, L. (2021). Flocking Process for Automotive Weatherstrips. Materials, 14(2), 358. <https://doi.org/10.3390/ma14020358>

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2016). Product Design and Development (6th ed.). McGraw-Hill Education.

Projection Welding Process Difficulties In Welded Nuts Subjected To Axial Load

Atahan GEN, Çağrı GENÇOL

¹ Tofas Turk Otomobil Fabrikası R&D Center, Bursa, Türkiye E-mail: atahan.gen@tofas.com.tr;
E-mail: cagri.gencol@tofas.com.tr;

Özet

Bu çalışmada eksenel yüke maruz kalan kaynaklı somun bağlantılarında karşılaşılan elektrik direnç (projeksiyon kaynağı) kaynağı işlemi zorlukları incelenmiştir. Özellikle makine imalatı ve otomotiv sektörlerinde sıkça kullanılan bu bağlantı türünde, yük altındaki güvenilirliğin sağlanabilmesi kritik bir öneme sahiptir. Çalışmada, projeksiyon kaynağında parçanın yük değerlerini etkileyen kuvvet ve akım (ısı girdisi) gibi parametrelerin etkileriyle oluşan zorluklar ve bu parametrelerin etkilerini kaynak kalitesi ve bağlantı dayanımını olumlu yönde geliştirmek için uygulanabilecek çözüm önerilerinden bahsedilmiştir. Bu öneriler, kaynaklı somun bağlantılarında karşılaşılan üretim zorluklarını minimuma indirmek, proses optimizasyonunu ve tasarım değişikliklerini sağlayarak projeksiyon punta kaynaklı somun uygulamalarında hem mekanik dayanımın artırılmasına hem de üretim sürecinin iyileşmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: punta kaynağı, kaynaklı somun, otomotiv, projeksiyon kaynağı, elektrik direnç kaynağı

Abstract

In this study, the electrical resistance (projection welding) welding process challenges encountered in welded nut connections subjected to axial load are investigated. Especially in this type of connection, which is frequently used in the machinery manufacturing and automotive sectors, it is critical to ensure reliability under load. In the study, the difficulties caused by the effects of parameters such as force and current (heat input) affecting the load values of the part in projection welding and the effects of these parameters are discussed and solutions that can be applied to improve the weld quality and joint strength positively. These proposals aim to minimize the production difficulties encountered in welded nut connections and to contribute to both the increase of mechanical strength and the improvement of the production process in projection spot welded nut applications by providing process optimization and design changes.

Keywords: spot welding, welding nut, automotive, projection welding, electric resistance welding.

INTRODUCTION

Spot welding is a resistance welding process created by passing an electric current between two metal parts. Electric resistance welding (ERW) is the welding of two sheet metal parts in contact with each other by thermo-electric operation between them. When electric current is passed through two sheet metal

or metal parts through electrodes; the parts and the space between the parts act as resistance elements. All resistance elements heat up. The surface where the heat is the highest is the surface where the two sheet metal parts come into contact with each other. Thanks to this heat, the metal parts melt and form the welding bath. When the electric current is interrupted, the welding bath solidifies under pressure and joins the parts. Projection welding, one of the methods of electric resistance welding, is also often used to join sheet metal parts, but here, instead of flat surfaces, one of the metals to be joined has small protrusions (protrusions that melt during operation in welded nuts, i.e. projections). These protrusions concentrate the current at these points. Thus, the weld only takes place at these contact points. This type of welding is commonly used for welding parts such as nuts and bolts to sheet metal. Welded nuts can be made from a variety of materials, but titanium, aluminum and stainless steel are commonly used. These materials are used because they can withstand pressure and high temperature during the welding operation.

Advantages:

- Multiple welding points can be made simultaneously
- Heat is generated in a more controlled way only where necessary.
- Parts are easy to align properly.
- Suitable for automation, can work with robots.
- There is little deformation of the material surface.
- It does not harm the environment.
- Parts such as nuts, bolts, screw washers can be easily welded to sheet metal.

Disadvantages:

- Special designed electrodes and parts may be required (cost may increase).
- Pre-weld projection design requires attention (wrong design may create poor welds).
- Only effective with metals of certain thicknesses.

Areas of use:

- Automotive sector: Nut and bolt welding, chassis parts.
- White goods: Interior sheet metal joints, assembly elements.
- Electric-electronics: Sheet metal boxes, mounting brackets.
- Defense industry and machinery: Complex metal assemblies.

Projection types:

Projections can make different shapes:

- Circular protrusion
- Conical protrusion
- Line-shaped relief
- Angular protrusion

These shapes are selected according to the design of the part and the welding requirement.

Embossed spot welding machines are basically the same as spot welding machines. However, instead of the electrode types used in spot welding, flat electrodes that can apply equal pressure are used in this method. Embossed spot welding is used for joining small fittings to sheet metal structures (Ateş,2016)

In this paper, the problems seen during the process, such as the failure of the parts to meet the expected load value in the load test and breakage, weldability, problems with the electrodes, which directly affect mass production, and the solutions to these problems are mentioned.

With this paper, it is aimed to eliminate the lack of information on the process, design and feasibility of projection welding.

METHOD

Projection welding is an electric resistance welding method in which force and electric current are transferred to the parts to be welded with large and flat-sized electrodes (Tezcan, 2017). The shape of the ridges on the part creates a current concentration effect in the welding zone. During the welding process, these ridges are heated by the current and electrode force to flatten again and form an unbreakable connection in the weld zone. The effect of heat is directly proportional to the sum of the resistances and the square of the current. The contact resistance between the parts to be welded is influenced by the shape of the ridges, the pressing force and the condition of the surfaces of the parts.

Welding current and force, resistance welding applications important parameters affecting weld strength are two of them. It was observed that the strength value increased as the welding current increased. When the compression force is decreased, it is observed that the core diameter increases. When the compression force is decreased with increasing current, it is observed that the strength increases. As a result of parameter changes and crushing test, the highest strength values were observed at high current and low compression force (Ferudun, 2015).

In projection welding, the values of at least three parameters are adjusted; electrode force, welding current and current duration. Some materials, surfaces and thicknesses of parts may require additional settings. These include the interval time of the current, the current rise, the first and last annealing of the current, the number of impulses, the values of the current-force program. Additional parameters include the geometry, number and arrangement of ridges and the electrical process behavior of the welding machine.

Quality Control and Testing Processes in Projection Welding

1- Visual Inspection

- Check whether the welding points are formed properly.
- It is observed whether the projections are sufficiently melted.
- The surface is checked for cracks, burns, dents, spatters or holes.
- Discoloration or deformation around the source is also an important indicator.

2- Destructive Testing

- It is a destructive method.
- Welded parts are physically cut or separated.
- The weld area is examined on the cut surface: looking for defects such as penetration, pores, incomplete melting.
- It is one of the most common methods because the internal structure is directly observed.

3- Peel Test

- It is usually done on nut, bolt or screw connections.
- The welded nut or fastener is “peeled off” with special devices.
- Evaluation is made according to whether the welding points are displaced or not, whether there is tearing in the sheet or not.

4- Shear Test

- The weld strength is measured by forcing two welded parts parallel to each other.
- Special testing machines are usually used (e.g. Universal Testing Machine - UTM).
- The strength value (in N or MPa) is determined and compared to certain standards.

5- Mechanical Measurement and Microscopic Examination

- Measuring instruments such as calipers, micrometers and projectors are used to measure the weld diameter and penetration depth.
- The internal structure is observed by examining sections under a microscope.
- The grain structure, melting line and heat affected zone (HAZ) in the weld zone are analyzed.

6- Thermal Camera and IR Monitoring

- In some production lines, the thermal distribution during welding can be monitored with thermal cameras.
- It is analyzed whether the weld zone has reached sufficient temperature.

7- Artificial Intelligence / Image Processing Systems (on Advanced Production Lines)

- Cameras and sensors automatically analyze the welding zone.
- Abnormal shapes, missing welds or incorrect positioning can be detected instantly.
- Data is instantly transferred to the ERP or MES system (smart production, Industry 4.0).

8- Standards and Certifications

Projection welding quality controls are usually performed in accordance with the following standards:

- - ISO 4063 - Resistance Welding Process Definitions
- - AWS D8.1M - Standards for Automotive Resistance Sources
- - ISO 5829 / ISO 14327 - Test Methods for Spot Welds

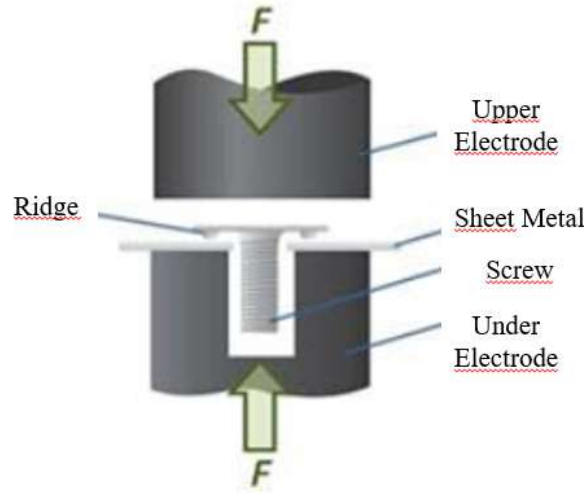


Fig. 1. Projection welding process (Demir,2019)

Electrode force: The electrode force affects the contact resistance and thus the heat generation in relief welding. It is determined according to the geometric shape of the relief, material thickness, the surface and number of ridges to be welded (Anık & Vural, 2007, p. 3)

Welding current: The most important parameter in the welded joint. Heat generation is directly proportional to the square of the welding current. The conditions that play a role in determining the welding current are the shape and number of ridges, the thickness and surfaces of the part. For good weld strength, it is necessary to adjust the welding current according to the electrode strength and welding time.

Current duration: The time during which the current required for welding flows through the part. It is measured in periods.

RESULTS

Adjustment of process parameters and quality inspections of electric resistance welding is the most important part of this subject. Findings on this subject;

- 1- When we look at the joining quality of the welded nuts to the surface as a result of the projection welding process, incomplete weld marks are seen on the part when low current and short time is used.
- 2- When the melting behavior of the weld ridges on the nuts is examined, there is a possibility that the projections may be pressed and deformed without melting in sufficient time, especially under high pressure. This leads to insufficient penetration on the welding surfaces.
- 3- In welded nuts exposed to axial load, depending on the working conditions and welding parameters of the part, the welds break when they do not meet the desired load value in the load test.
- 4- It was determined that the projection weld was inconsistent in the samples without surface cleaning, the electrodes contaminated the surface over time and led to a decrease in weld quality. In addition,

it was observed that the electrode geometry directly affects the contact area and this changes the heat distribution in the weld zone.

In this study, the manufacturing difficulties encountered during the projection welding process of welded nuts subjected to axial load were evaluated:

- 1- During the welding process of the welded nut to the workspace, it was observed that the welding electrode deteriorated when it was forced with high force and current to meet the required load value in the load test.
- 2- It was observed that discoloration and heating occurred in the welded nut due to high heat input during the welding process to the workpiece.
- 3- In the load test applied after the welded nut was welded to the workpiece. the result was found to be below the expected load value.
- 4- It has been observed that the welds break when the welded nut is subjected to axial load while connected to the workpiece.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Electric resistance welding is still one of the most preferred welding methods in sectors such as automotive, machinery manufacturing and white goods. Process parameters and the suitability of the machines for the process, the properties of the materials used and the welding quality are of great importance in this regard.

In line with the information given in the previous sections of the paper, the following heading can be given as solutions for the difficulties encountered in welded nuts subjected to axial load:

- 1- The connection of the welded nut to the relevant part from the unwelded surface (reverse side), not from the welding area, will be made with the appropriate fastener, so that all loads that are contrary to the nut logic will remain in the welding relief (bunya) and the load-induced stress will be minimized and the rupture of the weld connection will be prevented by eliminating a possible geometric non-conformity and incomplete packaging in the relevant area.
- 2- By adding additional gas metal arc welds to the other area where there are no ridges in the welded nut and by adjusting the electric current parameters appropriately, it is possible to increase the load resistance in the relevant area, both to obtain successful results from the load test and to prevent ruptures during the operation of the workpieces.
- 3- By increasing the wall thickness in the nut, the area through which the current will pass will increase and this will cause an increase in the load value that the nut can withstand.

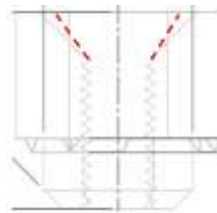


Fig. 2. Increasing wall thickness

- 4- The part of the nut that has a step, some of the current that the nut contacts the sheet metal part during tailstock can be lost from here. In this case, it may be recommended to remove the step from the nut without changing the thread length to prevent the nut from contacting the sheet metal.

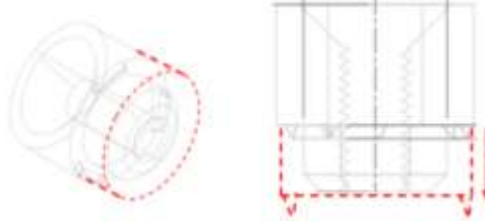


Fig. 3. Removing the step on the nut

- 5- A better weld strength can be achieved when the thickness of the ridges of the nuts is half the thickness of the sheet metal part to be welded. For example; when the sheet thickness is $t=3\text{mm}$, the height of the welding ridges can be 1.5mm.

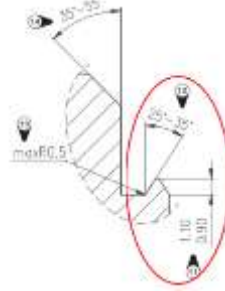


Fig. 4. Weld ridge thickness

- 6- By increasing the outer diameter of the nut, it is possible to prevent the loss of strength by melting the ridges into the sheet during welding by shifting the ridges outward in the direction away from the hole in the sheet.

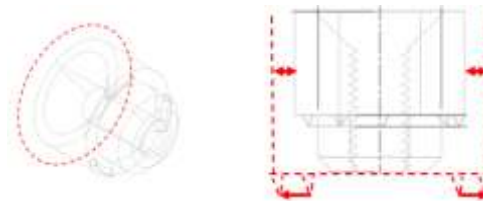


Fig. 5. Increasing the outer diameter of the nut

As a result, in line with all these problems and solution proposals, it is of great importance to determine the optimum parameters during the projection welding process, to perform the surface preparation properly and to keep the electrode geometry under control in order to increase the resistance of the welded nuts against axial load. In this context, effective use of welding process control systems and periodic quality controls should be carried out in production lines.

REFERENCES

- Tezcan, T. (2017). *Elektrik direnç kaynağı* (yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Anık, S., & Vural, M. (2007). Alaşımsız çeliklerin kabartı (projeksiyon) kaynağı. *Mühendis ve Makine Dergisi*, 48(573), 46–51.
- Ateş, F. (2016). *Projeksiyon kaynağında fışkırma ve çapaklanma düzeyi için bir sayısal göstergenin araştırılması ve kaynak parametreleri ile değişiminin incelenmesi* (yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gebze Teknik Üniversitesi, Kocaeli.
- Demir, S. (2019). *Projeksiyon kaynağı ile dual faz çeliğe cıvata kaynatılması ve taguchi yöntemi ile parametre optimizasyonu* (yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Ferudun, N.(2015). Akım ve basıncın direnç kaynak kalitesine etkisi. *Metalurji*, (175), 32–34.

Thermal Expansion For Plastic Parts And Its Effect On Environment Parts in Automotive

Fatma SIRKECI ¹, Vahdet OZDEMİR ²

¹E-mail: fatma.sirkeci@tofas.com.tr; Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. R&D Center, Bursa / Türkiye.

²E-mail: vahdet.ozdemir@tofas.com.tr; Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. R&D Center, Bursa / Türkiye.

Özet:

Parça tasarımı, üretim ve montaj süreçlerinde bileşenler arasında uyumluluğun sağlanmasında ve ürünün yaşam döngüsü boyunca kalite ve işlevselliğinin korunmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu bildiri, plastik parça tasarımında sıcaklık değişimlerinin neden olduğu termal genleşmenin etkilerine odaklanmakta ve bu olgunun parça referanslaması üzerindeki belirleyici rolünü vurgulamaktadır. Termal genleşme, sıcaklık dalgalanmaları altında plastik malzemelerde boyutsal değişikliklere yol açar. Bu durum, özellikle birbirleriyle etkileşimde bulunan ya da kopyalama prensibine göre çalışan bileşenlerde montaj uyumsuzluklarına neden olabilir. Ayrıca, termal genleşmeye izin vermeyecek şekilde tasarlanmış parçalarda, uzun vadede montaj alanında sıkışmaya bağlı olarak çakışma meydana gelebilir. Bu da; ses oluşumu, çevresindeki bileşenlerle sürtünmeden kaynaklı aşınmalar ve nihai olarak işlev kaybı gibi sorunlara yol açabilir. Bu bağlamda, sıcaklık değişimlerine bağlı olarak oluşabilecek genleşme miktarının önceden öngörülmesi ve parça üzerinde referans noktalarının doğru şekilde tanımlanıp konumlandırılması büyük önem taşır. Bu sayede, kopyalamaya bağlı montaj hataları en aza indirgenebilir ve nihai ürünün hem görsel hem de yapısal kalitesi artırılabilir. Bu bildiride ayrıca, plastik parça tasarımında referanslamanın temel prensipleri ele alınmakta ve referans noktalarının konumlandırılmasına yönelik temel yaklaşımlar sunulmaktadır. Tasarım sürecinde sıcaklığa bağlı boyutsal değişimlerin dikkate alınmasının gerekliliği, otomotiv endüstrisinden örneklerle detaylandırılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, bir parçanın yaşam döngüsü boyunca işlevsel ve kalite odaklı hataların önüne geçilmesi adına, termal etkilerin doğru yönetimi konusunda temel bir bilgi birikimi sunmaktır.

Anahtar Kelimeler: Termal Genleşme, Sıcaklık etkisi, Plastik parça tasarımı, Parça Referanslama

Abstract:

Part design plays a critical role in ensuring compatibility between components during production and assembly processes, as well as in maintaining product quality and functionality throughout the product's lifecycle. This paper focuses on the effects of thermal expansion caused by temperature variations in plastic part design, and highlights the decisive role of this phenomenon on component

referencing. Thermal expansion leads to dimensional changes in plastic materials under temperature fluctuations. This can result in assembly misalignments, especially in components that interact with each other or operate based on copy tooling principles. Furthermore, in parts that are not designed to allow for thermal expansion, long-term usage may cause interference due to tightening within the assembly area. This can lead to issues such as noise generation, wear from interference or friction with neighboring components, and eventual loss of function. In this context, it is essential to predict the amount of expansion that may occur due to temperature changes, and to accurately define and position reference points on the parts. By doing so, potential copy-related assembly errors can be minimized, thereby improving both the visual and structural quality of the final product. The paper also discusses fundamental principles of referencing in plastic part design and presents key approaches for the positioning of reference points. The necessity of considering thermally induced dimensional changes during the design process is emphasized and elaborated with examples from the automotive industry. The aim of this study is to provide fundamental knowledge on the proper management of thermal effects to prevent functional and quality-related failures throughout the part's lifecycle.

Keywords: Thermal Expansion, Temperature Effects, Plastic Component Design, Component Referencing

INTRODUCTION

This paper focuses on thermal expansion in plastic part design, addressing part elongation due to temperature variations, reference strategies, and tolerance criticalities. Commonly encountered in Computer-Aided Design (CAD) and engineering applications, this issue highlights the importance of managing part elongation/shrinkage based on temperature values and emphasizes the necessity of proper referencing to prevent duplication-related errors during assembly.

Within the scope of this study, the factors affecting thermal expansion are formulated and examined, and the importance of referencing is outlined through various application examples on plastic parts.

THERMAL EXPANSION

Thermal expansion is the general increase in the volume of a material as its temperature increases. It is usually expressed as a fractional change in length or volume per unit temperature change.

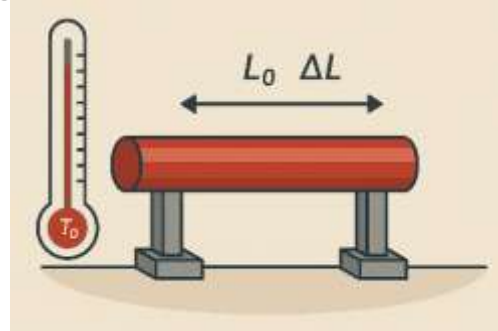


Figure 1. Illustration of Thermal Expansion in a Solid Material

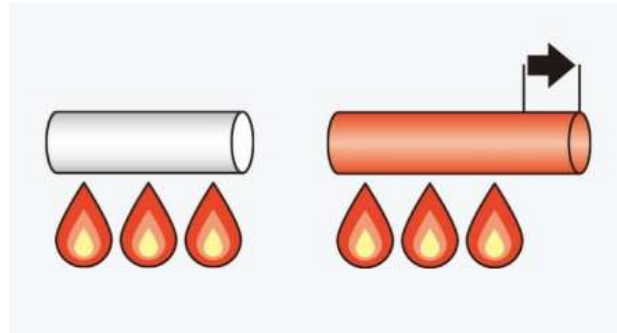
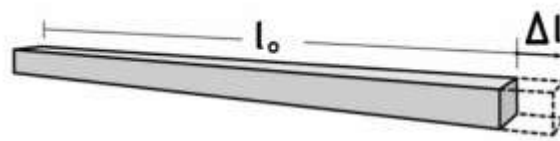


Figure 2. Illustration of Thermal Expansion in a Solid Material-2 [1]

Thermal Expansion Formula

The expansion formula for the component/part is as follows. This formula is important to understand the concept of thermal expansion and the basics of the data.



$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$$

Figure 3. Formula of Thermal Expansion [2]

ΔL = Change in length ($L - L_0$) mm

ΔT = Change in temperature ($T_1 - T_0$) °C

α = Thermal coefficient of linear expansion ($1/^{\circ}\text{C}$)

T_1 = Final Temperature

T_0 = Initial or Reference Temperature

L_0 = Original Length

α = Varies depending on the material.

The value can be reachable from technical datasheet of material.(As a Coefficient of Linear Thermal Expansion)

The formula is explained with an example on the next step.

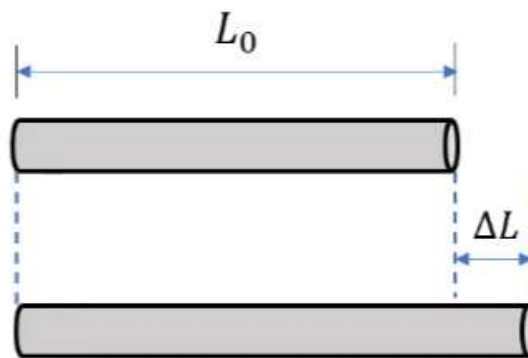


Figure 4. Thermal Expansion Formula Values [3]

Example

Problem: The PP flat cylinder rolling pin in kitchen is 80cm tall at 24°C. How high will the rolling pin be on a hot summer when the temperature rises to 38° ? [3]

Solution:

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

$$\alpha = 6.2 \times 10^{-5}$$

$$L_0 = 80\text{cm} = 800\text{mm} \quad \Delta T = 38^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C} = 14^\circ\text{C}$$

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

$$\Delta L = (6.2 \times 10^{-5}) \times (800) \times (14)$$

$$\Delta L = 0.694 \text{ mm}$$

$$\Delta L = L - L_0$$

$$0.694 = L - 800 \rightarrow L = 800.694\text{mm}$$

The PP rolling pin was extended from 800 to ≈ 800.7 mm.

TYPICAL PROPERTIES of POLYPROPYLENE	
Property	Value
PHYSICAL	
Density (g/cm ³)	0.903
Water Absorption, 24 hrs (%)	0.01
MECHANICAL	
Tensile Strength (psi)	4,800
Tensile Elongation at Yield (%)	12
Flexural Strength (psi)	7,000
Flexural Modulus (psi)	180,000
Compressive Strength (psi)	7,000
Hardness, Rockwell R	92
THERMAL	
Coefficient of Linear Thermal Expansion (x 10 ⁻⁵)	6.2
Heat Deflection Temp (°F / °C) at 66 psi at 264 psi	210 / 99 125 / 52
Melting Temperature (°F / °C)	327 / 164
Max Operating Temp (°F / °C)	180 / 82

Figure 5. Sample TDS

Effect of Formula Parameters on Design

According to the formula, the change in the length of a component is influenced by the type of material, the temperature variation, and the initial length of the part.

Among these parameters, some can be influenced through design choices, while others remain fixed. [4]

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

ΔL :The amount of lengthening or shortening;

This represents the amount of elongation or contraction a part undergoes. It is a parameter that can be partially controlled through design. Longer parts exhibit greater dimensional changes under thermal expansion compared to shorter ones. In this context, dividing a long component into two or more segments can help distribute the expansion across multiple areas. This approach not only mitigates the effects of thermal expansion but also facilitates assembly operations and simplifies overall part management by enabling modular design solutions.

α (Thermal coefficient of linear expansion);

This is a controllable parameter as it depends on the material properties. Therefore, material selection plays a critical role in calculating thermal expansion and in the overall part design. When two components are assembled in direct relation to one another—for example, when one acts as a support for the other—it is essential to ensure that both materials have the same or very similar thermal coefficient of linear expansion (TCLE). This alignment helps to prevent stress accumulation or deformation due to differential expansion between parts under varying thermal conditions.

ΔT (Temperature Change);

This parameter is uncontrollable, as it is dictated by environmental and operational conditions. The market in which the vehicle will be sold is an important factor. The minimum and maximum temperatures specific to that market should be taken into account during the design phase. It is important to note that not only expansion but also contraction may occur, and both conditions must be considered to ensure part functionality and durability.

How to Use Formula Parameters in Automotive

The amount of lengthening or shortening (ΔL): In the automotive industry, part lengths are typically derived from stylistic surface designs, making it impossible to alter these dimensions. For instance, when designing a plastic door molding, the geometric length of the door is predetermined as a and cannot be modified.

Thermal coefficient of linear expansion(α): The materials used in the relevant areas of automotive components generally possess similar thermal properties, with very close coefficients of thermal expansion (α). As a result, the possibilities for design modifications based on this parameter are highly limited.

Temperature Change (ΔT): Temperature variations arising from environmental or operational conditions are external parameters and cannot be controlled.

Change in Length (ΔL): Since the other parameters cannot be directly influenced, the management of thermal expansion-related issues is primarily carried out through ΔL . Accordingly, reference point strategies are employed to prevent or conceal potential issues; in addition, stylistic section design approaches are used to avoid the perception of possible defects and to keep these effects under control.

Unbounded Component Expansion

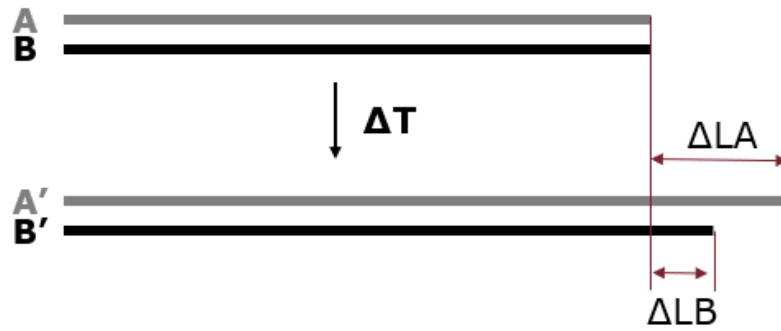


Figure 6. Unbounded Component Expansion

When two materials of identical initial lengths but different properties are subjected to a temperature change, they exhibit different amounts of elongation.

$$\Delta LA = A' - A$$

$$\Delta LB = B' - B$$

In this case, it can be concluded that the coefficient of thermal expansion of material B is greater.

Bounded Component Expansion

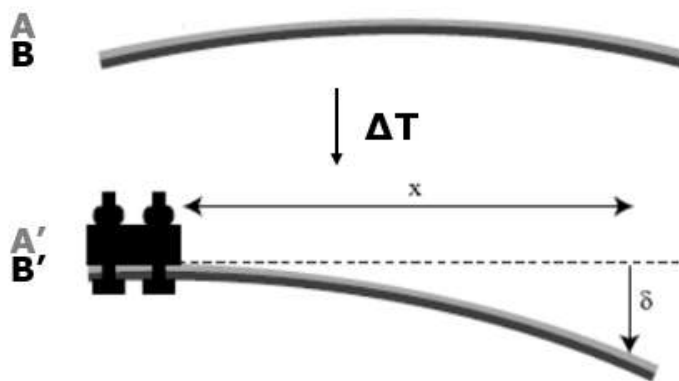


Figure 6. Unbounded Component Expansion [5]

If two materials with different thermal expansion properties are bonded together, a bending deformation may occur in the part due to the differences in thermal coefficient of linear expansion.

When considering two assembled parts on a vehicle, it is necessary to allow for movement in the direction of thermal expansion.

Otherwise, deformations such as warping or bulging may occur on the vehicle.

Thermal Expansion in Automotive

Single Part & 2 Pieces Same Material Part

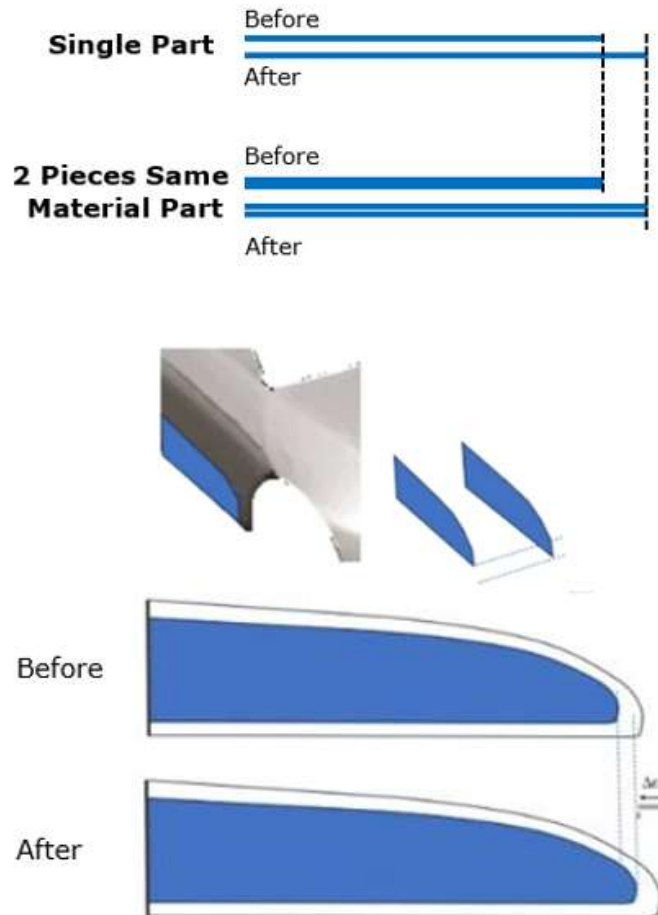


Figure 7. Thermal Expansion on the Single part and 2 Pieces Same Material Part

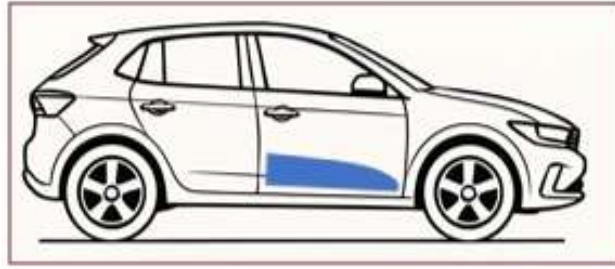


Figure 8. Sample Door Molding on Car

2 Pieces Different Material Part

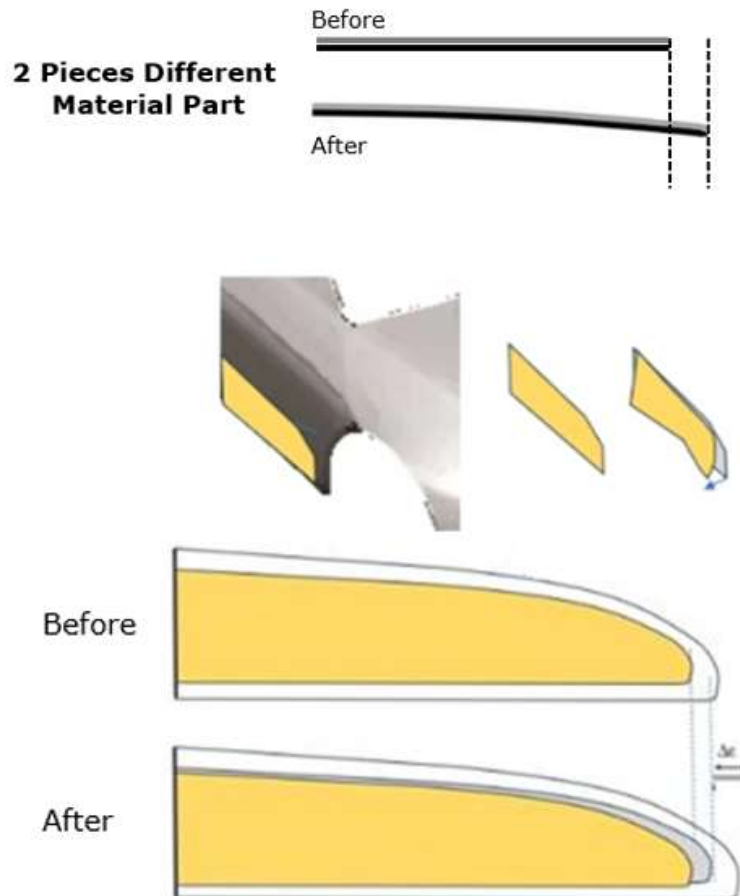


Figure 9. Thermal Expansion on the 2 Pieces Different Material Part

As illustrated by the figures [7-9], it is very important that materials used together have similar coefficients of thermal expansion (α). Otherwise, temperature changes may cause differential expansion, leading to structural stresses, deformations, or damage at connection points. To minimize such risks, materials with comparable thermal expansion properties should be selected.

The correct selection of two materials is the first step in managing thermal expansion. However, the difference in thermal expansion between materials should not only be controlled through selection but also through design strategies that guide material behavior. In this context, reference points and allowance for expansion techniques come into play to direct material expansion.

Reference Points: Proper placement of connections between materials is crucial for guiding thermal expansion. Reference points are areas where the material's expansion movement is either restricted or allowed. These points help prevent expansion from shifting in undesired directions, thus preserving structural integrity and preventing aesthetic issues.

Allowance for Expansion: Accepting that thermal expansion is a natural process, it is necessary to provide flexibility in certain areas of the materials. Especially at material junctions, allowing movement helps prevent stress accumulation. This makes the material more flexible to temperature changes and prevents undesirable deformations, such as warping or cracking, from occurring aesthetically. By doing so, material expansion can be directed, and unwanted deformations can be prevented.

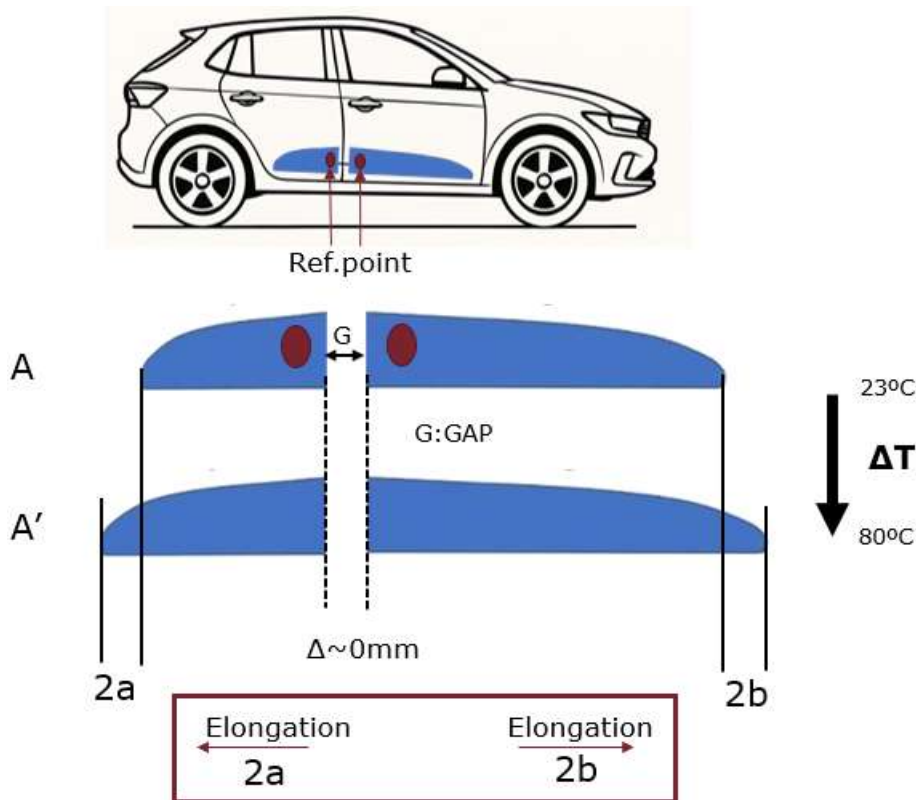


Figure 10. Thermal Expansion with the Ref. Points at the different positions

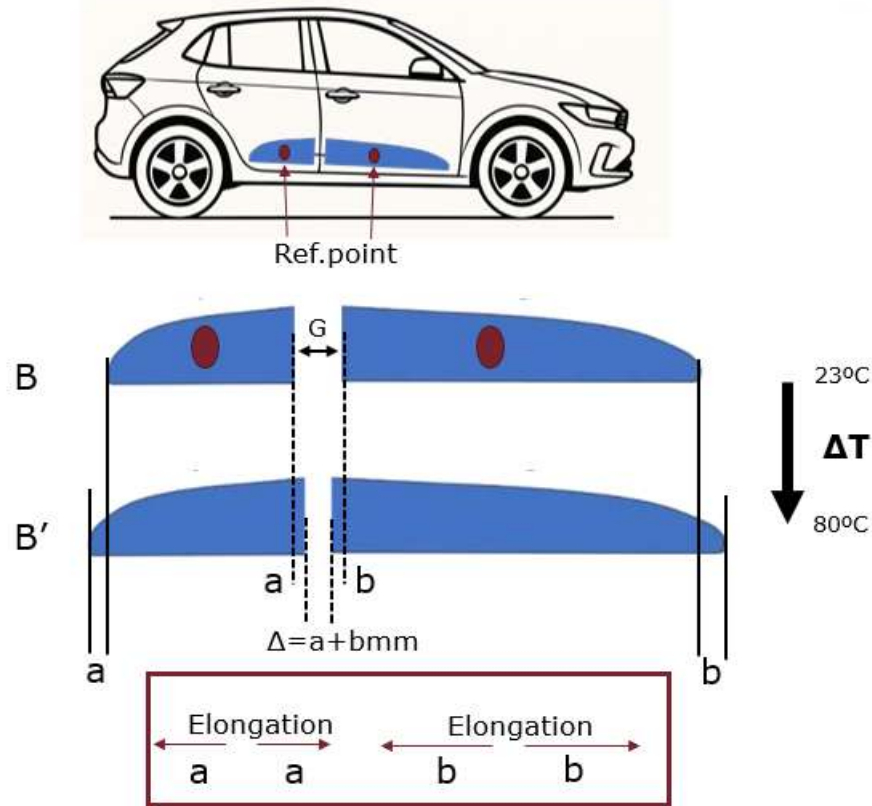


Figure 11. Thermal Expansion with the Ref. Points at the different position -2

As shown in the visuals, the placement of reference points is a crucial factor in directing the material's thermal expansion. On one side, when the reference point is placed at the edge, expansion occurs more in the direction without the reference point, whereas on the other side, placing the reference points at the center results in equal expansion in both directions.

When evaluating this, it is essential to select appropriate reference points, especially in systems with opening and closing functions, such as doors. Incorrectly placed reference points can lead to functional issues, such as improper opening or closing of the door. Therefore, to minimize the impact of thermal expansion on structural integrity and functionality, it is crucial to strategically select the correct reference points.



Figure 12. Simulation of opening a door on a vehicle

Up to now, studies have focused on functionally managing thermal expansions through reference points. However, in order to prevent visible surface defects or aesthetic distortions, design solutions involving specific section details are also developed to conceal such potential issues.

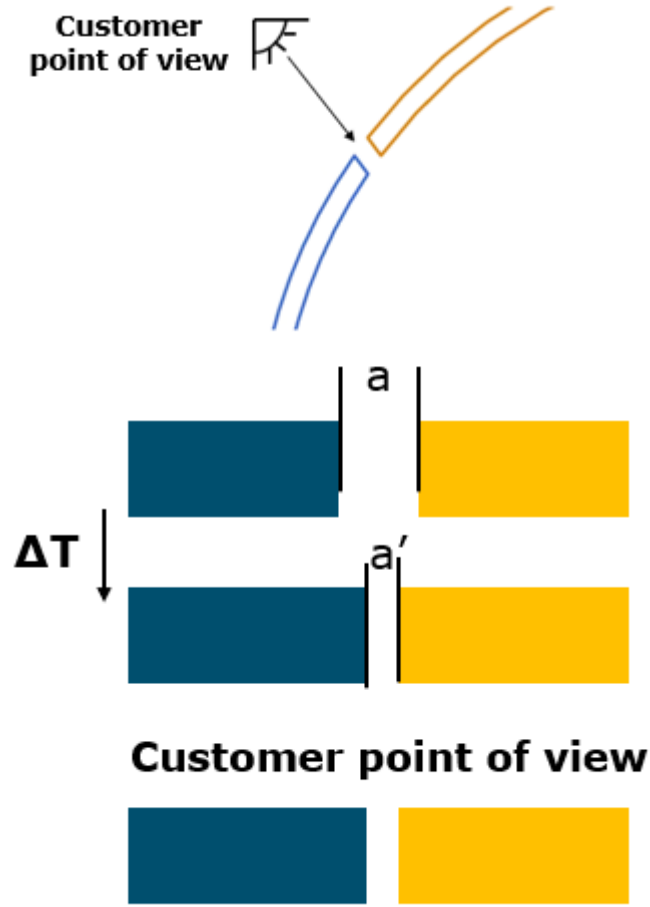


Figure 13. Customer Point of View in Normal Section

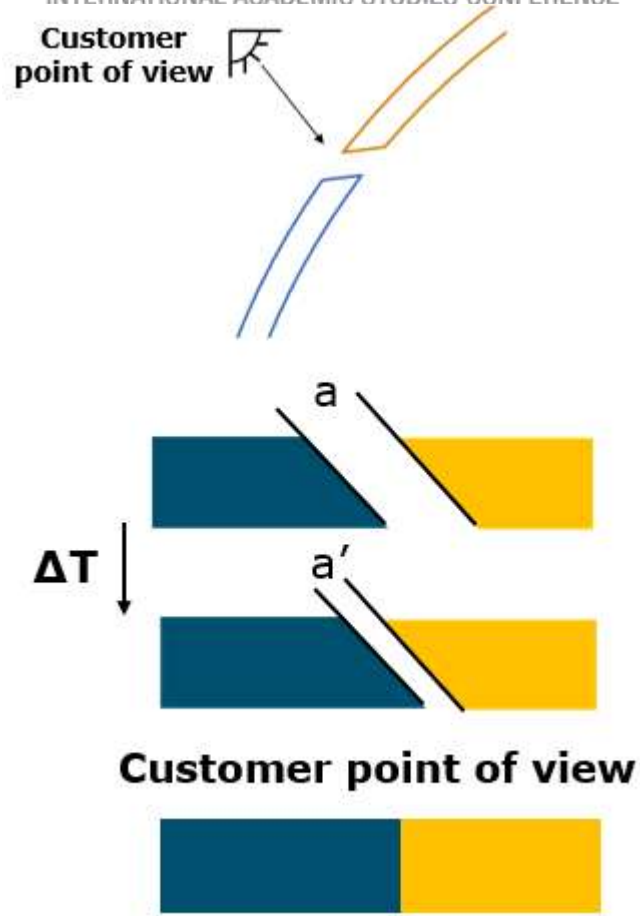


Figure 14. Customer Point of View in Reference Section -1

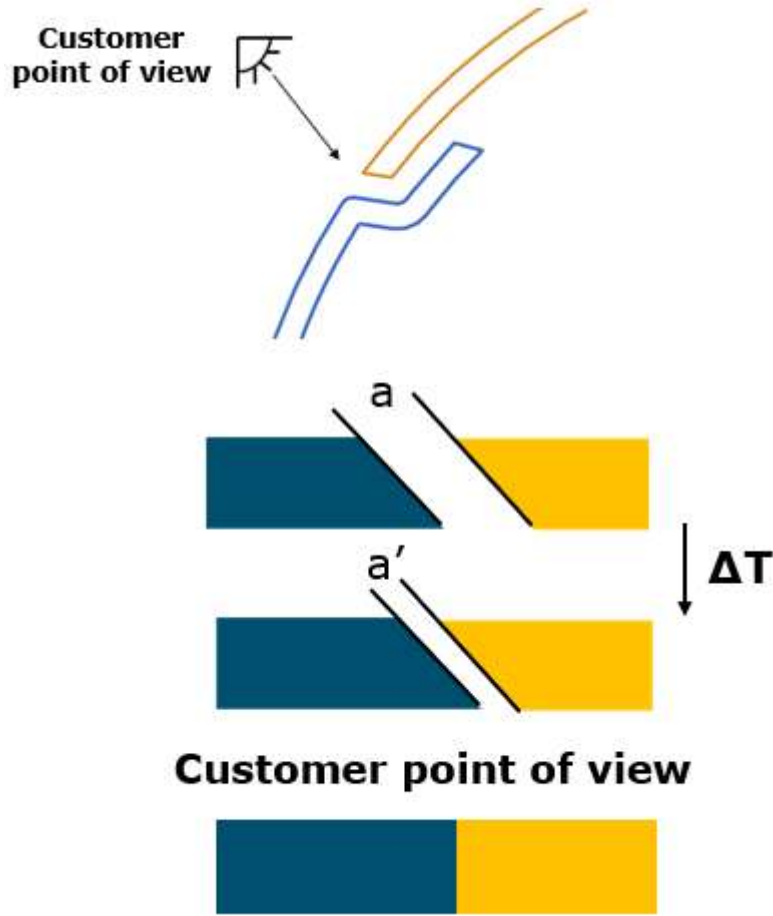


Figure 15. Customer Point of View in Reference Section -2

In this study, two different section solutions are presented to conceal potential issues that may arise due to thermal expansion. Through these design approaches, efforts are made to hide possible visual defects (particularly those caused by gaps) thus aiming to preserve the overall aesthetic integrity.

CONCLUSION AND DISCUSSION

Thermal expansion can pose significant challenges in plastic part design, particularly under the high-precision demands of the automotive industry. Therefore, taking thermal effects into account during the early stages of the design process is crucial for maintaining both functional compatibility and aesthetic integrity. This study demonstrates that thermal influences can be effectively managed through proper referencing strategies and specific section design solutions. By addressing thermal expansion proactively, issues such as functional misalignments, assembly errors, and copy-related defects can be significantly reduced or even entirely prevented. The approaches and recommendations presented in this paper aim to contribute to the long-term quality and reliability of the product by preserving both structural performance and visual consistency.

REFERENCES

- [1] Kyocera Corporation. (n.d.). *Coefficient of thermal expansion*. Kyocera Fine Ceramics. Retrieved from <https://global.kyocera.com/prdct/fc/material-property/property/cte/index.html>
- [2] Sümer, H. (2019, May 4). *Linear thermal expansion coefficients and calculation*. Ar-Ge ve Tasarım. Retrieved from <https://argevetasarim.com/lineer-termal-genlesme-katsayilari-ve-hesaplama/>
- [3] Thermal Expansion | Linear Expansion. (2021, May 18). *Why Do Bridges Expand in Summer?* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=sGfN_Wcm9WU
- [4] OpenStax. (n.d.). *Thermal expansion*. In **University Physics Volume 2**. UCF Pressbooks. Retrieved April 22, 2025, from <https://pressbooks.online.ucf.edu/osuniversityphysics2/chapter/thermal-expansion/>
- [5] DoITPoMS. (n.d.). *Thermal Expansion*. Department of Materials Science and Metallurgy, University of Cambridge. Retrieved April 15, 2025, from <https://www.doitpoms.ac.uk/tlplib/thermal-expansion/printall.php>

SELECTION OF ATTACHMENT METHODS FOR VEHICLE EMBLEMS BASED ON SIZE AND PURPOSE

Mısra Nur ÖZCAN

misra.nurozcan@tofas.com.tr - Tofaş Türk Otomobil Fabrikası R&D Center

Özet

Otomotiv sektöründe logo, markanın kimliğini görsel olarak temsil eden unsurdur. Marka algısını güçlendirir, tüketicinin markayı tanımasını sağlar ve aracın estetik bütünlüğünü tamamlar. Logo sadece bir tanıtım değil, aynı zamanda aracın güvenliğini ve kalitesini de yansıtmaktadır. Düzgün tasarlanmış ve sabit bir logo, aracın karakterini ve imajını güçlendirir. Ayrıca, aracın aracının prestijini artırarak potansiyel müşterilere güven verir. Modern araç amblemleri sadece marka tanımlayıcılarından daha fazlasıdır - ürün kimliğine katkıda bulunan bütünleşmiş tasarım öğeleridir. Bu nedenle, bağlama yöntemi hem teknik hem de estetik gereklilikleri yerine getirmelidir. Çalışma, mekanik bağlantı elemanları, yapıştırıcı bazlı yöntemler ve geçmeli çözümleri dayanıklılık, maliyet, kurulum kolaylığı, görünüm ve çevresel direnç açısından karşılaştırmaktadır. Bu makalede logoların araç üzerinde sabitlenmesi için kullanılan metodolojilerin logonun büyüklüğüne ve kullanım amacına göre nasıl seçilmesi gerektiği incelenmektedir. Kullanım amacına bağlı olarak, uzun süreli logolarla kısa süreli kullanım için tasarlanan logolara farklı metodolojiler uygulanır. Bu seçim, logonun araca güvenli ve etkili bir şekilde takılmasını sağlar.

Anahtar Kelimeler: Araç logoları, bağlantı yöntemleri, otomotiv tasarımı, yapıştırıcılar, montaj

Abstract

In the automotive sector, the logo is the element that visually represents the brand's identity. It strengthens the brand perception, enables the consumer to recognize the brand and completes the aesthetic integrity of the vehicle. The logo is not just a promotion, but also reflects the confidence and quality of the vehicle. A properly designed and fixed logo strengthens the character and image of the vehicle. In addition, it gives confidence to potential customers by increasing the prestige of the vehicle's vehicle. Modern vehicle emblems are more than just brand identifiers - they are integrated design elements that contribute to product identity. Therefore, the method of attachment must fulfill both technical and aesthetic requirements. The study compares mechanical fasteners, adhesive-based methods and snap-on solutions in terms of durability, cost, ease of installation, appearance and environmental resistance. In this article, it is examined how the methodologies used for fixing logos on the vehicle should be selected according to the size of the logo and the purpose of use. Depending on the purpose of use, different methodologies are applied to logos designed for short-term use with long-term logos. This selection ensures that the logo is securely and effectively attached to the vehicle.

Keywords: Vehicle emblems, attachment methods, automotive design, adhesives, installation

INTRODUCTION

Vehicle logos represent a key element of visual identity in automotive design. These emblems not only promote brand recognition but also contribute to the overall aesthetic coherence of the vehicle. The method of attaching logos across various models and segments, along with their durability, plays a crucial role. Accordingly, the attachment technique used is a critical factor in terms of both product quality and customer satisfaction. Furthermore, the rapid implementation of the attachment method within the production line enhances manufacturing efficiency, while ease of maintenance in service

processes significantly contributes to the overall user experience. logos are one of the most important components of visual identity in automotive design. For example Fiat logos are given in the **Figure.1**.

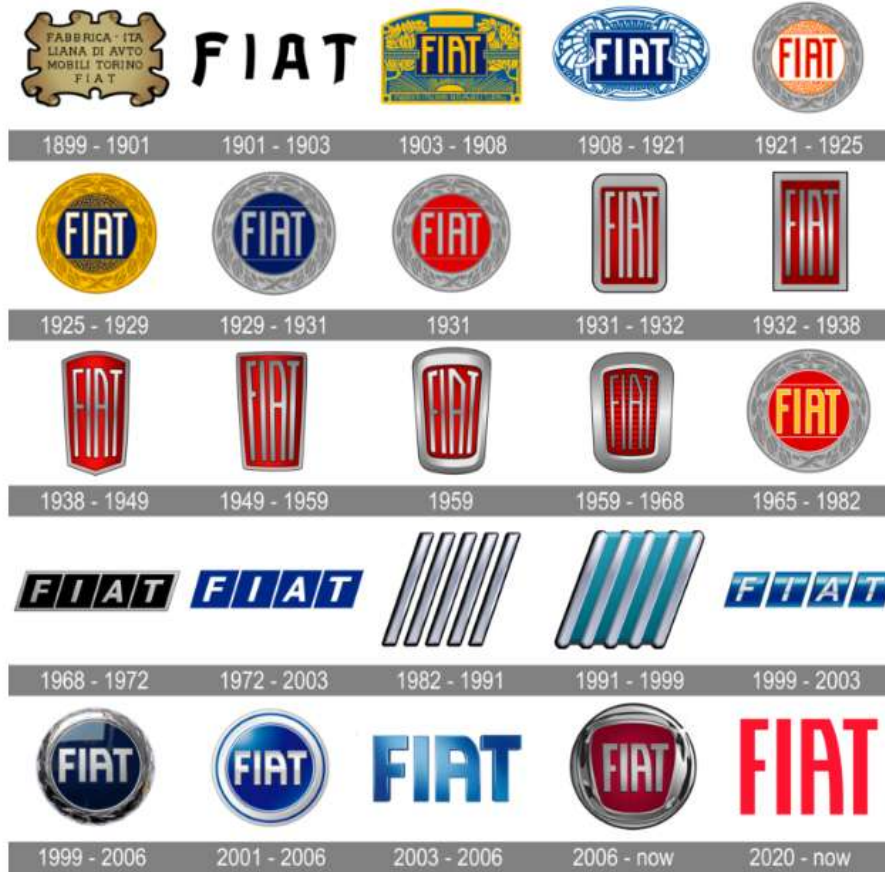


Figure 1

The change of the Fiat logo over the years

1. TYPES OF LOGOS AND PURPOSES OF USE

The logo types can be divided into seven on the vehicle; firstly manufacturer logos it means also brand emblem. For example; Toyota, BMW, Mercedes-Benz. This logo type refers to brand identity and recognition, consumer trust and status symbol, differentiation from competitors. A brand logo relies purely on an image or icon, with no text included.

Secondly model badges. For example; Corolla, Civic, Mustang. This logo type refers to distinguish between different models by the same manufacturer and convey trim levels, performance variants, or generations.

Third one is trim/variant For example; SE, XLE, GT, AMG, M-Sport. This type of logos refers to identify specific feature sets or performance packages and appeal to target audiences (luxury, sport, economy).

Fourth one is technology or feature badges. For example; Hybrid, 4MATIC, Quattro, EcoBoost. This logo

type refers to promote specific technologies (AWD, fuel efficiency, electric drive) and educate customers on the car's capabilities.

Fifth is safety/regulatory stickers. For examples; airbag info, emissions compliance, safety ratings. This logos refers to compliance with legal or safety requirements and inform customers and service personnel Sixth one is fleet/commercial logos. For example; company name, taxi or police identifiers, delivery service branding. This logos refers to corporate branding and advertisement and identification and fleet management.

Last one is custom or aftermarket logos. For example; tuning companies (HKS, Roush), personalization (initials, decals). This type of logos refers to aesthetic customization and show off affiliations or modifications.

From a functional perspective, logos can also be divided into three main categories: decorative, identification, and functional. Decorative logos, typically made of lightweight plastic, are designed for aesthetic purposes and placed on secondary surfaces such as fenders or door panels. Identification logos, often larger and prominently displayed on the front grille or rear tailgate, include the brand or model name to enhance vehicle recognition. Functional logos, on the other hand, integrate mechanical or electronic systems such as radar sensors, rear-view cameras, or weather control technologies, requiring precise engineering for proper integration within the vehicle structure.

2. ATTACHMENT METHODS AND FEATURES

One commonly used is double-sided acrylic tape to attach logos to small or medium-sized vehicles. This method is popular because it's quick to use, gentle on surfaces, and works well on different materials. High-performance types of this tape can resist heat and sunlight, making them suitable for tough conditions. However, for this method to work well, the surfaces must be clean and dry, as dusty or wet surfaces weaken the adhesion. Types of double-sided acrylic tape, like 3M VHB or Tesa ACXplus, work best on smooth surfaces such as glass, metal, acrylic, or painted areas. To use this method, you need specific items: the logo (made of acrylic, metal, PVC, or foam board), the right double-sided tape, a ruler or level for alignment, masking tape or a pencil for marking, and cleaning supplies like isopropyl alcohol (IPA) and a lint-free cloth. The process involves several important steps. First, thoroughly clean the back of the logo and the area where it will be placed using IPA and a lint-free cloth until all dirt is removed. Allow these surfaces to dry completely. Then, cut and apply the acrylic tape to the back of the logo, focusing on the edges and key contact points to ensure good adhesion. Press the tape down firmly, but keep the protective liner on until it's time to attach the logo. Next, mark where the logo should go with a level and masking tape or a pencil, as it's hard to move the tape once it's applied. Once marked, remove the liner to reveal the adhesive side. Align and press the logo firmly against the surface for 10 to 30 seconds to initiate bonding. While the logo initially sticks well, full curing might take up to 72 hours, depending on the type of tape used, to ensure a strong and durable bond.

Another and secondly popular way to attach logos is using liquid adhesives. This method works well for awkwardly-shaped surfaces or when a very strong hold is required. Liquid adhesives, such as polyurethane, epoxy, or silicone-based, provide strong and permanent adhesion to materials like drywall, metal, wood, glass, or stone. Logos made of materials like acrylic, PVC, metal, and foam board work well with this method. This type of adhesion offers excellent mechanical hold, but you need to monitor curing time and conditions carefully for the best results. Begin by cleaning both the back of the logo and the surface where it will be mounted using isopropyl alcohol and a lint-free cloth to remove any dust, oil, or debris. Both surfaces should be completely dry before applying the adhesive. Then, determine the exact location for mounting. Use a level, ruler, and masking tape to outline the desired spot. If you are attaching letters or individual components, using a template helps maintain even spacing and alignment. Once marked, apply a small amount of liquid adhesive—such as Loctite Power Grab, Gorilla Construction Adhesive, or 3M Scotch-Weld DP810—on the back of the logo in small dots or thin lines, concentrating near the edges and central areas. Avoid using too much adhesive to prevent it from squeezing out when the logo is pressed down. Position the logo carefully, following your guides, and press it firmly. Use painter's tape or supports to hold it in place while it cures. Most adhesives achieve initial tack within 10

to 30 minutes, but they usually require between 24 to 72 hours to fully cure, depending on the adhesive type and environmental conditions. It's a good idea to test a small area first, especially with delicate materials, to ensure compatibility. For heavier or larger logos, combining adhesive with mechanical fasteners like screws or bolts is recommended for added security. Due to the quick-setting nature of many liquid adhesives, you should avoid repositioning the logo after it's placed. Ensure the area is well-ventilated, as some adhesives release fumes during the curing process.

The third method to attach vehicle logos is by mechanical fastening, using screws or rivets. This technique is very reliable, especially for big logos or ones that might experience impact or continuous vibration. It is excellent for permanent installations needing to hold weight, particularly outdoors or in industrial settings. Although it takes more time to install, and you may need covers to hide the screws or rivets, this method is best with strong materials like metal, acrylic, or composite materials. You'll need items like the logo or badge with pre-made holes or spots for drilling, suitable screws or rivets depending on the material and environmental conditions, a drill with suitable bits, anchors if needed for drywall or masonry, a screwdriver or rivet gun, a level, ruler, pencil, and possibly a cloth for cleaning. The process starts with planning the logo's positioning. Use a level and masking tape or a pencil to mark the outline and exact hole locations. If installing multiple pieces, use templates or guides for even spacing and alignment. Clean the area to ensure good contact and no obstruction. When mounting on drywall or masonry, appropriate anchors need to be installed for support. If the logo lacks pre-drilled holes, you must drill them with a bit that matches the fastener size. Use painter's tape on the front during drilling to avoid damage. Drill holes into the marked spots on the surface. For rivets, slightly larger holes are suggested to help the rivet expand correctly. Align the badge with the prepared holes. For screws, insert them through the badge into the surface or anchor, and tighten them evenly—be careful not to overtighten to avoid cracks. For rivets, insert and compress them with a rivet gun to secure them. After installation, decorative screw caps can cover the fasteners for a clean look. Remove any remaining dust or alignment marks. In outdoor environments, stainless steel or aluminum fasteners are recommended to prevent rust. When installing on vehicles or machinery, placing a rubber or foam gasket behind the logo can reduce vibration and add longevity.

To ensure heavy or important logos stay put, it's effective to use both mechanical methods and adhesives. This combination leverages the strengths of each technique. Another practical way to attach logos to vehicles and signs is through interlocking systems. These systems use designs that fit together using clips or tabs, allowing for quick assembly and easy disassembly. This method works well for mass production because it's fast and reusable. However, precision is important because small errors can affect how the pieces fit. Interlocking systems are ideal for logos that have layers or are three-dimensional. They work well with materials like acrylic, wood, metal, or composites. These systems are commonly used in settings like store walls, trade show displays, and art panels where precise fitting is necessary. Depending on the weight and purpose, different supports might be used, such as interlocking parts, double-sided tape for lighter components, or screws for heavier ones. For setup, you'll need templates, rulers, levels, tape, and a cleaning cloth. Start by making a detailed plan of where everything will go. A printed template can be very helpful. Begin with the base pieces and then connect the remaining parts. For light and temporary setups, use double-sided tape. For permanent setups, glue is better. Screws can provide strong support. Make sure to check alignment as you go and use tape to hold things while glue dries. Apply pressure to ensure everything sticks well. Allow between 24 to 72 hours for adhesives to fully cure. For installations that might need to be moved, like trade show displays, consider using magnetic mounts or Velcro. If attaching to curved or uneven surfaces, specialized tools will help maintain alignment. It's crucial that the surface is smooth to ensure proper fitting. Magnetic systems are excellent for logos that need to be easily moved, such as those on fleet vehicles or at events. They're simple to use and won't harm surfaces. However, be careful, as strong winds can weaken magnetic adhesion.

This method is often used for things like delivery vans, driving school cars, and temporary vehicles. It's also used in offices and at events where branding needs to move a lot. Magnetic attachment works best on clean, flat metal surfaces, such as steel panels, lockers, or vehicle doors. For this, you need a magnetic

logo, usually made from a magnetic sheet or with built-in magnets, and a metal surface for attaching. You can use simple tools like masking tape or levels to help with straight placement. Before beginning, ensure the surface can hold magnets. Surfaces made of aluminum, glass, or plastic won't work with magnets. Ensure the area is smooth, flat, and free of dust or oils for good adhesion. Clean both the magnet and the surface using mild soap or isopropyl alcohol, and then dry them completely. When attaching the magnet, use masking tape or a pencil for alignment guidance. Handle the logo by its edges to prevent bending or creasing. Start by pressing one edge onto the surface and then smooth it out to eliminate air bubbles or gaps. Make sure the logo lies flat against the surface with no lifted corners, as lifting indicates a weak magnet or uneven surface. Avoid putting magnetic logos on curved surfaces, body panel creases, or over other stickers, as this reduces their grip, potentially causing them to fall off while moving. To prevent paint damage, remove magnets daily and clean behind them. Cold temperatures, below 10°C, can make magnets weaker, affecting effectiveness during winter or in cold spaces. Over time, magnets may collect dust or shift slightly, so regular cleaning and repositioning are important. For conditions like high-speed or bumpy rides, this method isn't generally recommended unless using strong magnets or additional securing methods. If the surface you want to use isn't magnetic, you can add adhesive metal plates or magnet-friendly mounting boards to make it compatible.

3. SELECTION CRITERIA AND COMPARISON TABLE

When choosing the connection method

- * Logo size and weight
- * Surface shape and material
- * Outdoor conditions (heat, UV, chemical)
- * Production type (manual/automatic)
- * Serviceability requirement
- * Cost and aesthetic expectations

factors should be taken into
account.

The **Table 1.** comparing method selection according to dimensions is as follows:

Table 1. Comparison table

	Location	Recommended Method	Reason
Logo Size Small (<50 mm)	Side Mudguard	Double-sided adhesive tape	Aesthetic appearance, light load
Medium (50-120 mm)	Tailgate	Interlaced system + adhesive tape	Combined strength and mounting ease of use
Large (>120 mm)	Front Grille	Screw + adhesive tape	Vibration and heat resistance

4. ENVIRONMENTAL FACTORS AND DURABILITY

The attachment method for vehicle logos must exhibit long-term resistance to various environmental influences to ensure a prolonged service life. Specifically, the method should be capable of operating effectively within a temperature range of -40°C to $+85^{\circ}\text{C}$. It is particularly important to consider the aging effects, which are commonly observed in adhesive tapes and plastic-based systems. Additionally, the method must demonstrate resistance to substances such as cleaning agents, fuel vapors, and road salt, all of which can degrade the adhesive and compromise its integrity over time.

Furthermore, the connection method must withstand the stresses imposed by road conditions, including high-pressure washing, without loosening. In order to evaluate the durability of different adhesive types under such conditions, it is recommended that 500 samples undergo a salt spray test for 500 hours and a UV exposure test for 1000 hours. These testing procedures are critical in ensuring that the adhesive systems selected for vehicle logos can maintain their performance and visual integrity under prolonged exposure to environmental factors.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In selecting the appropriate connection methods for vehicle logos, all aspects, including production, strength, aesthetics, and serviceability, must be evaluated holistically. Rather than relying on a single "one-size-fits-all" solution for each logo type, combining methods (e.g., tape and insert or screw and adhesive) offers a more functional approach, providing optimal results. In alignment with OEM installation manuals and environmental test results, it is recommended that the appropriate method be determined through prototype studies prior to production. This ensures that the chosen connection method meets all necessary performance, durability, and aesthetic requirements.

REFERENCES

1. Automotive Connection Systems Report. (2022). *Automotive connection systems: Trends and future directions*. Automotive Research Institute.
2. Yilmaz, A. (2020). Vehicle exterior part assembly methods. *Journal of Engineering and Technology*, 15(3), 123-135.

3. 3M. (2021). *3M adhesives technical manual* (6th ed.). 3M Company.
4. International Organization for Standardization. (2017). *ISO 9227:2017, Corrosion testing standard*. International Organization for Standardization.
5. OEM Parts Assembly Manuals. (2023). *Assembly guidelines for vehicle exterior components*. Original Equipment Manufacturers.
6. Lee, S., & Kim, T. (2021). Impact of adhesive bonding on automotive exterior parts. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 35(5), 453-467. <https://doi.org/10.1080/01694243.2021.1875623>
7. 3M. (2020). *Automotive adhesives: Application and performance*. 3M Automotive Solutions.
8. ISO 12944-6:2016. (2016). *Corrosion protection of steel structures by protective paint systems — Part 6: Laboratory performance tests*. International Organization for Standardization.
9. Mayer, L., & Grant, S. (2022). Advances in adhesive technologies for automotive applications. *Journal of Polymer Engineering*, 42(3), 215-223. <https://doi.org/10.1515/polyeng-2022-0030>

Using Of Cad Automation In Vehicle Development In The Automotive Industry

Merve BOLADINLI ASA¹ , Fatma SIRKECI²

¹E-mail:merve.boladinli@tofas.com.tr; TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. AR-GE Merkezi,
Bursa/Türkiye.

²E-mail: fatma.sirkeci@tofas.com.tr; TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. AR-GE Merkezi,
Bursa/Türkiye.

Özet

Günümüzde, otomotiv endüstrisinde maliyetlerin azaltılması ve ürün geliştirme sürelerinin kısaltılması gibi performans iyileştirmelerine yönelik artan beklentilerle birlikte, bilgisayar destekli ürün geliştirme vazgeçilmez hale gelmiştir. Hızla değişen gereksinimlere hızlı yanıt verebilmek için Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) alanında daha ileri gelişmeler beklenmektedir. Joining Converter ve Stone Chip gibi araçlar sırasıyla veri işlemlerini geliştirir ve tekrarlayan simülasyon görevlerini otomatikleştirir. Bu çözümler, daha verimli ve doğru bir otomotiv gövde tasarımına katkı sağlayarak mühendislerin üretkenliğini ve yenilikçiliğini destekler. Bu çalışma, otomotiv ürün geliştirme süreçlerinde kullanılan CAx disiplinlerine dair bir bakış sunmayı, bilgi tabanlı otomasyon yöntemlerinin farklı seviyelerini ortaya koymayı ve CAD otomasyonunun potansiyellerini, sınırlılıklarını ve zorluklarını tartışmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD), Bilgi Tabanlı Mühendislik, Süreç Optimizasyonu, Otomotiv, Süreç İyileştirme

Abstract

Today, with the increasing expectations for performance improvements such as cost reduction and shorter product development times in the automotive industry, computer-aided product development has become indispensable. To respond quickly to rapidly changing requirements, further advancements in Computer-Aided Design (CAD) are anticipated. Tools like the Joining Converter and Stone Chip software enhance data handling and automate repetitive simulation tasks, respectively. These solutions contribute to more efficient and accurate automotive body design, supporting engineers' productivity and innovation. This paper aims to provide insight into the CAx disciplines used in automotive product development processes, outline the different levels of knowledge-based automation methods, and discuss the potentials, limitations, and challenges of CAD automation.

Keywords: CAD, Knowledge-Based Engineering, Process Optimization, Automotive, Process Improvement

1. INTRODUCTION

The automotive industry is subject to continuous development and change, which significantly affects vehicle/product design and manufacturing processes. In order to maintain competitiveness within the sector, it is essential to implement appropriate improvements throughout the development stages. The flexibility of development processes contributes to shorter project durations, increased efficiency, and enhanced responsiveness to evolving requirements [1], [2].

CAD plays a central role in the vehicle development process. It is employed throughout the development phase of a project and is interconnected with numerous computational and non-computational engineering disciplines. Therefore, CAD automation holds great potential for improving vehicle development workflows. This paper explores various computational engineering methods used in the automotive industry and their integration into CAD processes. It also highlights the potentials and limitations of CAD automation and presents exemplary applications in this context [2].

2. COMPUTER-AIDED ENGINEERING IN THE VEHICLE DEVELOPMENT PROCESS IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

In virtual development processes, computer-aided design (CAD) is very important because it provides a detailed model and a complete description of the product. CAD models include geometric dimensions, material information, some production-related data, and if it is an assembly, also structural details and other important data. This generalized process can be roughly divided into five main stages:

Start Of Project (Definition), concept, pre-development, development, and pre-series & start of production (SOP).

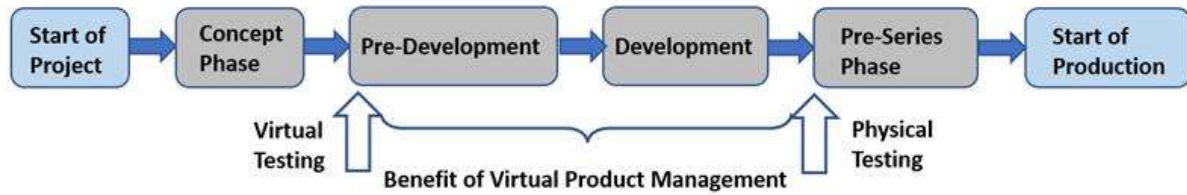


Figure 1: Benefit created by using CAD and Computer Aided Engineering in Virtual Product Management

The Definition Stage is where the main characteristics of the planned vehicle are identified. During this stage, the target market is defined, and the legal requirements and limitations of that market are researched. Customer expectations are also analyzed and evaluated. Requirement engineering in the vehicle development process is based on different sources such as benchmarking data, cost calculations, and technical documents. The design process starts with computer-aided design (CAD) and surface modeling tools, and it is carried out in cooperation with different disciplines.

CAD models are used to create assembly groups at various levels of the vehicle structure. Digital mock-ups (DMU) are used in many areas such as ergonomics, assembly simulations, and production processes. Computer-aided engineering (CAE) includes simulation processes that are carried out together with CAD, and it is used in the design, analysis, and optimization of vehicle components. CAE processes cover everything from the early design phases to detailed validation stages. Computer-aided production engineering (CAP) involves the development of manufacturing processes and tools, and CAD models are also a main data source in this stage. The different types and versions of data produced in all these processes are managed using product data management (PDM) systems. CAD serves as a central tool that provides information for all of these processes.

3. CAD AUTOMATION

CAD automation includes the creation, optimization, and maintenance of CAD data, as well as the integration of CAD processes with other engineering and production processes. This also involves data exchange between different engineering disciplines and compatibility with PDM systems.

Parametric and feature-based design is commonly used in the automotive industry. With knowledge-based CAD, product information is directly integrated into the design process. Design efficiency is improved by using template models and automated geometry creation routines.

Knowledge carriers include sketches, parameters, rules, templates, and product manufacturing information. Interactive CAD applications are software modules embedded in the CAD environment. They help users by automating engineering tasks. These applications usually require programming knowledge and are often developed using languages like Visual Basic for Applications (VBA).

Interactive CAD frameworks support multi-domain design by combining different engineering applications. These frameworks are usually developed specifically for a company and can also include external simulation tools. PDM integration is essential for sustainable and efficient CAD automation.

3.1 FUNCTIONAL CAD TEMPLATES

Functional CAD templates are an advanced form of knowledge-based CAD and are one of the key components of CAD automation. These templates support engineering processes by automating tasks such as geometry creation, adaptation, optimization, calculations, and data management.

Templates work as software applications integrated into the CAD system and follow a workflow with four main steps:

1. Data Input: Required information is provided either manually or automatically from connected data sources (e.g., PDM systems).
2. Processing Module: CAD-based calculations and functional tasks such as geometry creation and parameter handling.
3. Automation and Control: Automated geometry generation, validation, and ensuring model stability.
4. Output Generation: Presentation of geometry data, simulation results, and reports.

4. MULTI-FACETED EVALUATION OF CAD IN AUTOMOTIVE DEVELOPMENT PROCESSES

In recent years, the adoption of automation within the CAD domain has grown markedly, driven by its strong potential to streamline and enhance engineering workflows.

CAD automation offers important advantages for the automotive industry by reducing time, cost, and resource usage. It is especially effective in repetitive tasks and when managing large sets of data. In addition, it improves the overall quality of engineering processes because integrated functions allow parallel processing. However, there are also some limitations. Very large or complex CAD models can demand too much computing power, and high data volumes may cause quality problems that cannot always be found through manual checks. Choosing the right level of automation requires a careful cost-benefit analysis. Also, integrating systems that use different CAD platforms can be expensive; in such cases, neutral data formats like STEP or IGES are often preferred. There are also several challenges. Developing and maintaining CAD automation tools needs both technical expertise and continuous effort. Training users and updating software regularly can take a lot of time, especially in large teams. Furthermore, each automation solution must be designed for specific applications; there is no universal method that fits all situations. Therefore, even though CAD automation has great potential, it must be planned carefully (considering system performance, data handling, and maintenance costs) to ensure long-term efficiency and sustainability.

5. EXAMPLE APPLICATION OF CAD AUTOMATION

Two industrial CAD automation tools which are Joining Converter and Stone Chip, will be presented as examples. These tools were developed to reduce resource consumption and shorten time during product development processes.

5.1 JOINING CONVERTER

This tool is used in the vehicle body development process to standardize joining-technology data and enable automatic data conversion between different systems. CAD models include geometric information and joining-technology parameters. These data are transferred to CAE/CAM systems, and the simulation results are then fed back. However, the formats used for this data exchange can vary widely. To address this issue, the Joining Converter processes different data types and, through script-based automation, transforms them into a single, uniform format. It converts CAD-based joining data into list-based or XML-based files. It also supports sending the necessary data to simulation systems and re-importing simulation results back into the CAD environment.

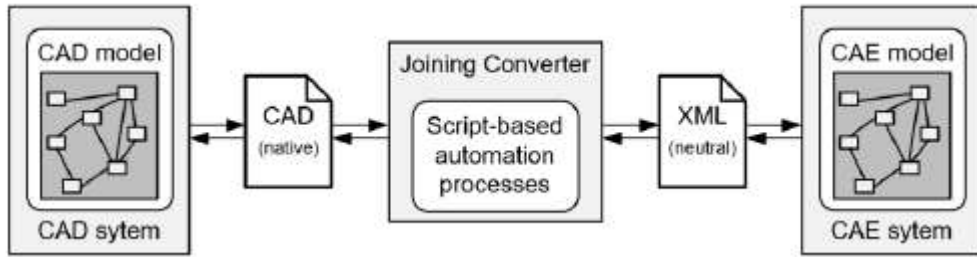


Figure 2. *Integration of the vehicle into the CAE target environment [3]*

The Joining Converter tool effectively supports data exchange between different engineering environments. This process leads to a lower error rate and improved data quality. Integrating automation increases competitiveness and enables products to reach the market earlier. It also results in significant savings in resources, cost, and time.

5.2 CAD AUTOMATION PACKAGE – STONE CHIP

The Stone Chip tool is designed to simulate stone impacts on a vehicle's exterior surface. This software package is integrated into the CAD environment and can be run by CAD engineers through a GUI (Graphical User Interface). Its main goal is to optimize the outer body panel design and test its resistance to potential stone impacts in the early stages of development. By doing this, the amount of final rework needed later is minimized. [4]

Body data (created with CAS tools) are imported into the CAD environment. This data is then used to calculate the stone's trajectory and simulate the impact effects. Stone impact on the vehicle surface is computed using various parameters, such as tire size, speed, direction, and stone size. For the analysis, the required input parameters include [5]:

- Tire patch width (Pw)
- Full tread width (TW)
- Free tire diameter (D)
- Ground height (H)
- Static load radius (R)
- Aesthetic surface parameters where the simulation will be performed

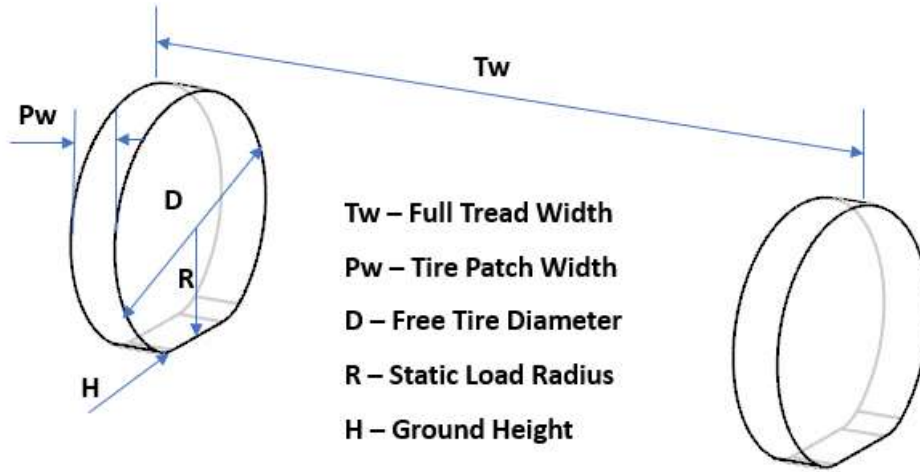


Figure 3. *Input parameters of Stone Chipping Analysis*

The simulation results show the impact energy and the effect of stones on the vehicle's surface. The potential damage at each impact point is calculated using various input parameters. These results are visualized with a colorized damage scale. The output presents stress levels in the stone-impact regions by using different colors. This visual feedback allows CAD engineers to quickly see which areas experience higher stress.

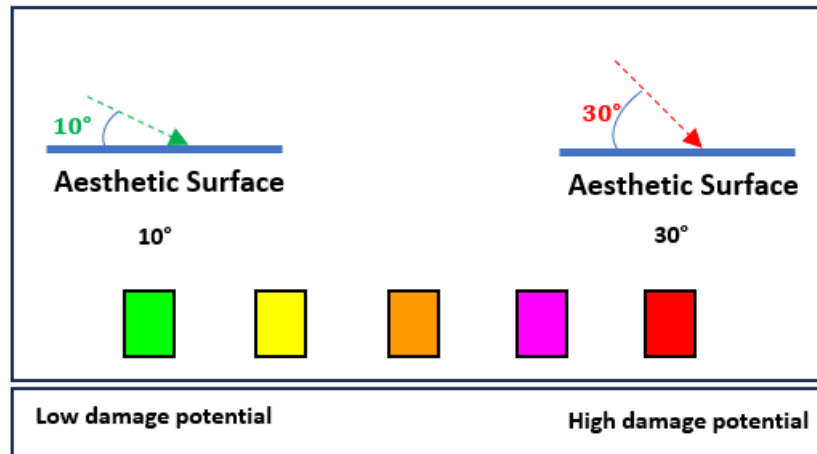


Figure 4. *Colorized damage scale (Color definition can be organized by user)*

Based on the identified impact areas, new structures can be added to stop stones from reaching those regions (for example, extending the wheel-arch style along the Y-axis). Where possible, the style angle on the impacted surfaces can be optimized according to the direction of impact to modify the surface. If these changes aren't feasible, protective solutions such as a clear film or anti-chip paint can be applied in the impact zones to prevent damage.

Using this information, the Stone Chip tool simulates stone impacts in the automotive development process to test and optimize the durability of the exterior panels. By reducing the number of errors in physical prototypes and cutting development costs, the tool helps accelerate the production process.

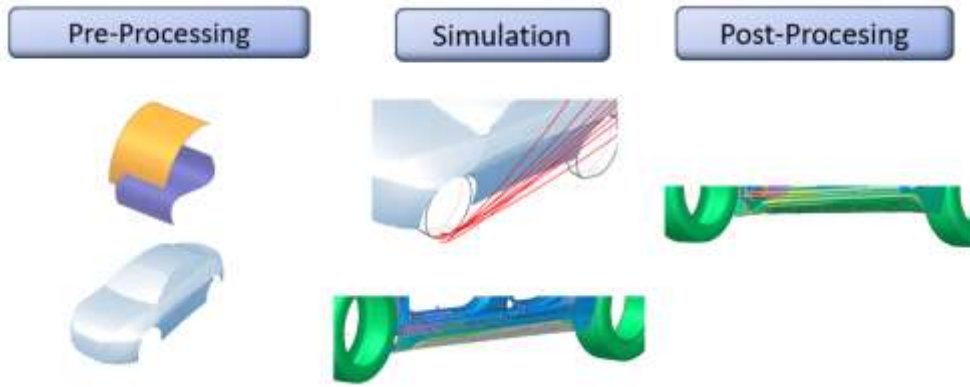


Figure 5. *Process steps of Stone Chip*

6. CONCLUSION

In the automotive industry, the need to reduce costs, improve quality, and shorten time-to-market in the product development process has made computer-aided engineering systems indispensable. In this context, automating CAD processes offers important advantages in both speed and accuracy during design phases. CAD's central role in developing automotive products and production underlines the importance of automating CAD-based engineering tasks and data exchange.

- **Joining Converter:** This tool performs data-conversion tasks that existing CAD programs cannot handle. It transforms different data types into uniform formats and streamlines data exchange within CAD-based engineering environments.

- **Stone Chip:** This software package automates repetitive stone-impact simulations by adjusting parameters automatically. It increases efficiency in the automotive body development process.

Both tools provide effective solutions to close gaps in the development and production of vehicle bodies. CAD automation has great potential to optimize automotive development by enhancing engineers' creativity and productivity.

7. REFERENCES

- [1] Hirz, M.; Dietrich, W.; Gfrerrer A.; Lang, J.: Integrated Computer-Aided Design in Automotive Development, Springer, Berlin, Germany, 2013. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-11940-8>
- [2] Kreis, A.: Tailored Data Exchange Processes for Automotive Body Development, Ph.D. Thesis, Graz University of Technology, Austria, 2020.
- [3] Kreis A.; Hirz, M.; Roszbacher P.: CAD-Automation in Automotive Development Potentials, Limits and Challenges. <https://doi.org/10.14733/cadaps.2021.849-863>
- [4] Ernst, M.; Hirz, M.; Stadler, S.: A Method of CAD Based Automation and Simulation by the Example of Virtual Stone Chipping Testing, Computer Aided Design and Applications, 11(3), 2014, 295-304. <https://doi.org/10.1080/16864360.2014.863495>
- [5] Ernst, M.: Virtual Investigation of Stone Chipping on Vehicle Bodies, Diploma Thesis, Graz University of Technology, 2012

Vehicle Adaptation from EMEA to NAFTA Market: Technical and Engineering Assessment Focused on Instrument Panel

Ahmet Akman ^{1,3}, Cem İcier ²

- 1) Tofas Turk Otomobil Fabrikası R&D Center, Bursa, Türkiye E-mail: ahmet.akman@tofas.com.tr;
- 2) Tofas Turk Otomobil Fabrikası R&D Center, Bursa, Türkiye E-mail: cem.icier@tofas.com.tr;
- 3) Bursa Technical University, Department of Mechanical Engineering Bursa/ Türkiye

Özet

Bir aracın geliştirmesi sırasında en çok dikkat edilmesi gereken hususlardan birisi aracın satışıının gerçekteştirilecek olan pazardır. Araç pazarı belirlendikten sonra bu pazara uygun olarak tanımlanmış kriterlere göre tasarım ve validasyon yöntemleri farklılaşmaktadır. Dolayısıyla araç üreticileri araç geliştirmesinin en başından seri üretimine kadar pazarlara göre belirlenmiş olan bu kriterleri dikkate alarak geliştirme yapmaları gerekmektedir. Örnek olarak Avrupa pazarına satılacak olan bir araç ile Amerika pazarına satılacak olan araçlar arasında belli başlı regülasyon farkları bulunmaktadır. Dolayısıyla halihazırda EMEA (Europe, Middle East and Africa) pazarına satışı gerçekteştirilen bir araç direkt olarak NAFTA (North America: USA, Canada, Mexico) pazarına satışa sunulması mümkün değildir. NAFTA regülasyonlarına uyum sağlayacak revizyonlar yapılmalıdır. Araç iç tasarımındaki önemli unsurlardan birisi olan torpido da bu değişikliklerden bir hayli etkilenen bir komplemdir. Bu bildiride, torpido ve travers bileşenlerine odaklanarak, EMEA'dan NAFTA'ya dönüşüm sürecinde karşılaşılan teknik farklılıklar, regülasyon değişiklikleri ve devreye alma süreci detaylandırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Araç pazarı, EMEA, homologasyon, NAFTA, regülasyon, torpido

Abstract

One of the most important point during the development of a vehicle is the market in which the vehicle will be sold. After the vehicle market is determined, design and validation methods differ according to the criteria determined in accordance with this market. Therefore, vehicle manufacturers need to make developments by taking into account these criteria determined according to the markets from the very beginning of vehicle development to the beginning of mass production. For example, there are certain regulatory differences between a vehicle to be sold in the European market and a vehicle to be sold in the American market. Therefore, it is not possible for a vehicle currently sold in the EMEA (Europe, Middle East and Africa) market to be offered for sale directly in the NAFTA (North America: USA, Canada, Mexico) market. Revisions should be made to comply with NAFTA regulations. The instrument panel (IP) in the vehicle interior design is also a complex that is significantly affected by these changes. This report will discuss an IP-focused technical and engineering assessment regarding what to consider in a potential EMEA NAFTA transformation.

Keywords: Vehicle market, EMEA, homologation, NAFTA, regulation, instrument panel

INTRODUCTION

The transition of a vehicle designed for the EMEA market to the NAFTA market requires serious engineering revisions, especially in the cockpit instrument panel (IP), which is one of the important components of the interior trim systems. In this report, the technical differences, regulatory changes and the commissioning process encountered during the conversion from EMEA market to NAFTA market will be detailed, focusing on the instrument panel components.

Within the scope of the transition, attention should be paid to structural and safety standards. While European Economic Commission Regulation (ECE) standards are taken into account in EMEA vehicles, Federal Motor Vehicle Safety Standards (FMVSS) are applied in NAFTA vehicles. These standards also play a decisive role in material requirements, prototyping and testing. Therefore, there are differences between NAFTA and EMEA in terms of material requirements and testing stages. In addition to all these, there are issues that need to be taken into consideration in the design and virtual verification stages in the NAFTA market, which is separating in terms of ergonomics and safety. Table 1. Shows general information about FMVSS and ECE standards. General information and comparison of the relevant standards have been made. (National Highway Traffic Safety Administration, 2023), (United Nations Economic Commission for Europe, 2021)

Tablo 1. *Comparison of Standards*

Standart	Kapsam	Anahtar Konular
FMVSS 201	Interior safety (Passenger protection, interior impact safety)	Passenger safety, impact resistance of interior components
FMVSS 208	Passenger crash protection (Airbag, seat belt)	Passenger safety, frontal crash tests, airbags and seat belts
FMVSS 302	Flammability of interior materials	Material fire safety, combustion test, low burning rate
ECE R21	Interior arrangements, door security	Door systems, interior arrangements, emergency exits
ECE R118	Indoor fire safety	Material fire safety, burning test, streamer slowdown requirement

METHOD

Considering the structural and safety standards, the European Economic Commission Regulation No. 21 (ECE R21) that aims to make the arrangements in the vehicle interior safe. While the standard is valid for ensuring the proper operation of the doors, eliminating the hazards in the passenger area and maximizing passenger safety, FMVSS is applied in NAFTA vehicles. For example, strict impact safety standards such as FMVSS 201 and FMVSS 208 are applied. According to FMVSS 201, the instrument panel surfaces must have energy absorbing properties during head impact. Therefore, foam densities should

be increased and energy absorbing properties in structural areas should be optimized. FMVSS 208 controls the performance of the airbag system. The opening direction, speed and controllable breakage behavior of the passenger airbag (PAB) cover on the IP must comply with NAFTA requirements.

When comparing the material requirements, the fire retardancy properties in line with the FMVSS 302 requirements are stricter than those in ECE R118. This necessitates formulation changes in plastic materials used in IP production. Since VOC (volatile organic compound) emission values also include stricter limits in the NAFTA market, recipes that comply with these limits should be developed together with material suppliers. Environmental effects such as surface durability and UV resistance are also tested more strictly in the NAFTA region, which affects pigment choices.

There are also some issues that need to be considered in the design and verification stages. The PAB (Passenger Airbag) structure should be made NAFTA compliant and if there is a change in the PAB structure, the PAB bracket part used to fix and connect the PAB module should also be modified to comply with this change. The laser scoring line in the PAB region should be remodeled to meet the FMVSS 208 requirements and if deemed necessary as a result of the analyses, the KAB (Knee Airbag) structure should be added to the driver's side. The KAB bracket part should be specifically designed and studied to fix and connect the KAB module. Impact performance should be verified in a virtual environment with CAE analyses (such as LS-DYNA, Abaqus) for the energy absorbing IP structure. Within the scope of ergonomics and user experience, NAFTA user expectations should be analyzed and areas such as cup holders and storage compartments should be optimized. What the user demands from the NAFTA market say is that there should be a large and wide cup holder in the vehicle glove box or center console. Customers pay attention to this. Therefore, the presence of these cup holders in vehicle design is an important issue.

After the design and virtual verification phases, physical validation phases are required. FMVSS 201 head impact test, FMVSS 302 flame retardancy test, temperature resistance and UV tests should be applied on pre-production prototypes. PAB tests, KAB tests and artificial aging tests should be performed. Design weaknesses identified during the prototype phase should be corrected and re-validated with rapid engineering feedback. Figure 1. shows the regulations that should be considered during the design phase in EMEA and NAFTA markets. The visual indicates the regulations according to vehicle regions.

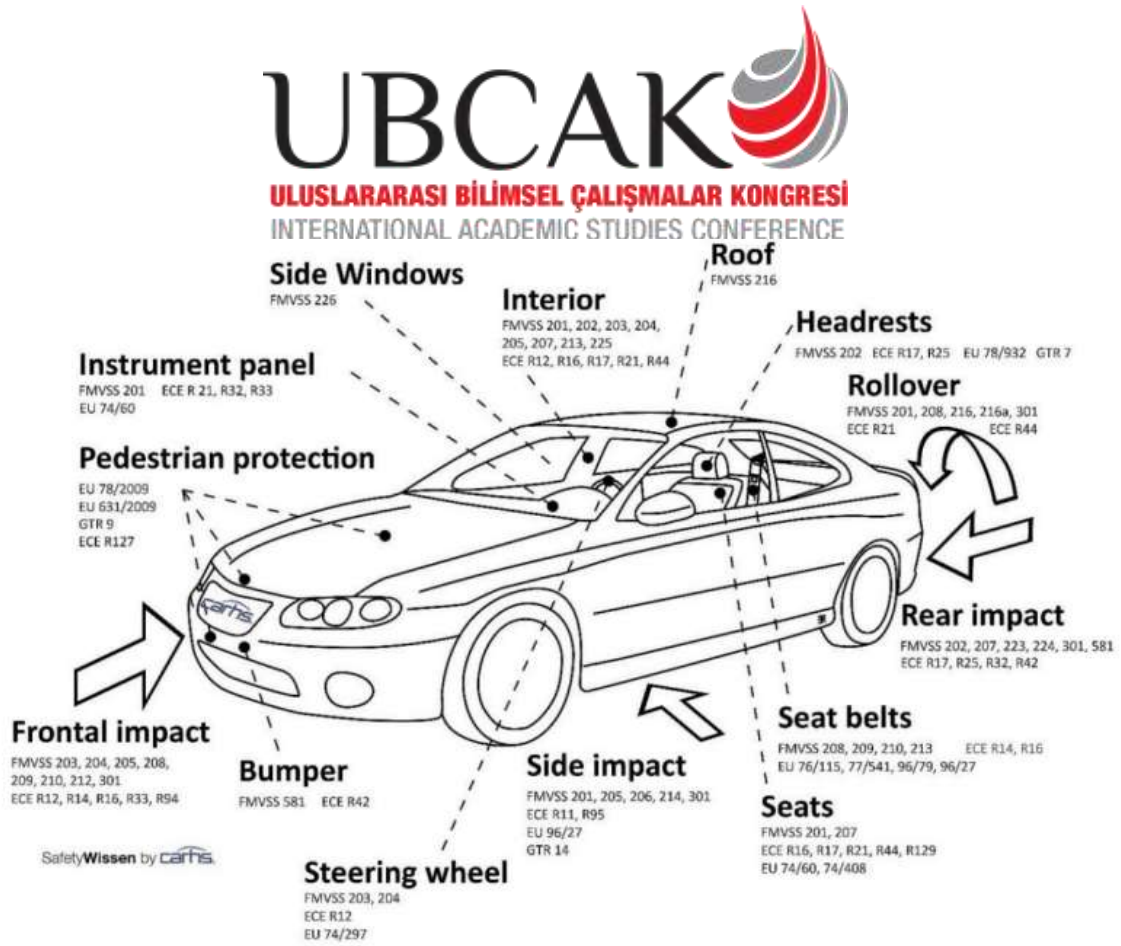


Figure1. Design regulations according to vehicle regions (Dama, Babu, Rao, & Emmadi, 2017)

There are some standarts that include the requirements of the USA government as verification. SAE-J977 and SAE-J921 can be given as examples of these norms for IP. Test reports that meet these requirements are reported as compliance reports by uploading them to platforms used by automotive companies. The subjects related to the test reports uploaded to these platforms for IP are Occupant Protection - Instrument Panel and Interior Compartment Doors (on I/P), Occupant Protection - Interior Impact - Interior Compartment Doors and Front Air Bag System – I/P Labeling Information. The remaining verifications are carried out by automotive companies in a way that the harmonized norms are valid.

After prototyping and testing, final preparations should be made for suitability for mass production. The supply chain should be reviewed according to NAFTA material requirements, and the commissioning process should be completed. Ergonomics and design quality should be checked with end-user feedback, and IP surface textures and part joint details should be optimized.

RESULTS

The changes made to the cross-car beam and dashboard of the Fiat Doblo model vehicle in order to be sold from the EMEA market to the NAFTA market are shown in Figure 2. and Figure 3. According to NAFTA regulations, different precautions should be taken to prevent a knee injury in the event of an accident for the knee impact regulations. These precautions may include adding additional metal brackets to the cross-car beam. Whether or not an additional bracket will be added is decided as a result of the virtual analyses performed. For example, fuse-box knee booster brackets have been added to the driver's side of the Doblo model specified below. At the same time, knee impact brackets have been added to the passenger side. Along with these, some other cross-car beam brackets have been modified and strengthened.

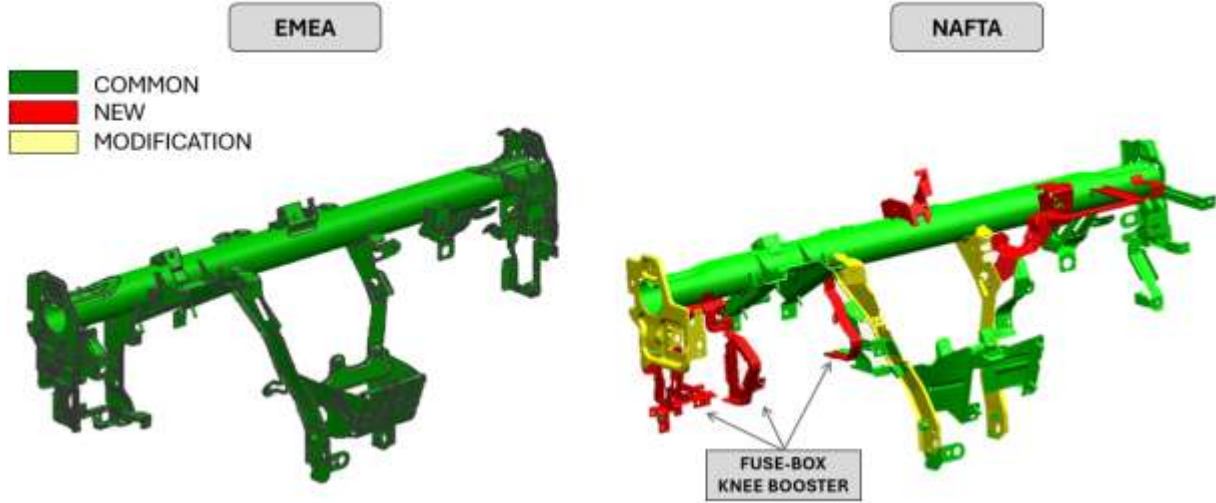


Figure2. CCB comparison of a light commercial vehicle. (EMEA Market / NAFTA Market)



Figure 3. IP comparison of a light commercial vehicle. (EMEA Market / NAFTA Market)

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

This report focuses the technical requirements encountered in the IP component of a vehicle developed for the EMEA market, in the process of adapting it to the NAFTA market. The studies have shown that the NAFTA market requires stricter conditions in terms of both safety standards and user expectations. Therefore, significant revisions were required in many areas, from design to material selection, from testing processes to pre-production preparations.

In line with FMVSS 201 and FMVSS 208 regulations, head impact and passenger airbag (PAB) behaviors have been re-evaluated, and designs have been updated accordingly. However, one of the most notable differences in this process is the requirement for a driver knee airbag (KAB) in the NAFTA market. This feature, which is not required in the EMEA market, required the development of a new structure for the driver's side. With the integration of KAB, structural changes were made to the lower area of the IP, energy absorbing properties were increased, and impact performance was verified with CAE analyses.

Additionally, due to stricter NAFTA fireproofing and VOC (volatile organic compound) limits, special recipes and pigments were required in material selection and surface treatments. Following the design process, extensive testing was conducted on physical prototypes and more engineering improvements were made based on feedback received.

As a result, the transition from EMEA to NAFTA is a comprehensive engineering approach that requires not only updating existing designs according to regulations, but also designing new market-specific components from scratch – especially knee airbags (KABs). Accordingly, it is of great importance for vehicle manufacturers to clearly define target markets at the beginning of the development process in order to minimize time and resource losses in similar market transitions. In addition, the integration of safety systems such as knee airbags into vehicle design should be considered not only as a technical but also as a strategic issue; cooperation should be established in multidisciplinary areas such as CAE analyses, material compatibility and ergonomics at early stages. This approach will both shorten the development time and reduce the risks that may be encountered during the go-to-market process. In similar future projects, more integrated planning of virtual and physical tests and pre-analysis of market-specific standards will ensure more efficient and smooth transition processes.

REFERENCES

National Highway Traffic Safety Administration. (2025). FMVSS No. 201: Occupant protection in interior impact. 49 C.F.R. § 571.201. <https://www.ecfr.gov/current/title-49/subtitle-B/chapter-V/part-571/subpart-B/section-571.201>

National Highway Traffic Safety Administration. (2025). FMVSS No. 208: Occupant crash protection. 49 C.F.R. § 571.208. <https://www.ecfr.gov/current/title-49/subtitle-B/chapter-V/part-571/subpart-B/section-571.208>

National Highway Traffic Safety Administration. (2025). FMVSS No. 302: Flammability of interior materials. 49 C.F.R. § 571.302. <https://www.ecfr.gov/current/title-49/subtitle-B/chapter-V/part-571/subpart-B/section-571.302>

United Nations Economic Commission for Europe. (2021). *UN Regulation No. 21: Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to their interior fittings* (Rev.2, Amend.3)

Dama, K. K., Babu, V. S., Rao, R. N., & Emmadi, S. (2017). Structural Performance Assessment of a Chrysler Neon Compact Passenger Vehicle by Numerical Methods. *Materials Today: Proceedings*, 4(2), 1820-1828.

Otomobil ve Hafif Ticari Araç Kapılarındaki Aşırı Çarpma ve Yanlış Kullanım Takozları

Mehmet GÜVEN¹

(ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1615-1331>)

¹ E-mail: mehmet.guven@tofas.com.tr; Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., Bursa/ Türkiye.

Özet

Aşırı çarpma takozu parçaları, taşıt kapı sistemlerinde, kapıların kapatma hassasiyetini iyileştirmek ve sarsıntıları azaltmak, yanı sıra yapısal beklentileri de karşılayabilmek amacıyla kullanılan önemli bir yapısal elemandır. Bu parçalar, bagaj kapıları, yan kapılar ve motor kaputlarında kullanılarak, kapıların aşırı kapanmasını önlemekte, boşlukları minimize etmekte ve titreşim kaynaklı sesleri engellemektedir. Bu bildiride, aşırı çarpma / yanlış kullanım takozu (overslam / misuse wedge) parçasının fonksiyonları, malzeme tercihleri, montaj yöntemleri ve araç konforuna etkileri ele alınmıştır. Aynı zamanda farklı otomotiv üreticilerinin tercihleri ve bu parçaların Ar-Ge süreçlerindeki tasarım kriterleri incelenmiştir. Sonuç olarak, aşırı çarpma takozu parçalarının hem yapısal bütünlüğe hem de kullanıcı konforuna olan katkısı vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aşırı çarpma / yanlış kullanım takozu, otomotiv, kapı sistemleri, yapısal, NVH, parça tasarımı

Abstract

Overslam / misuse wedge parts are an important structural element used in vehicle door systems to improve the closing sensitivity of the doors and reduce vibrations, as well as to meet structural expectations. These parts are used in trunk doors, side doors and engine hoods to prevent the overslam of the doors, minimize gaps and prevent vibration-induced noises. In this paper, the functions of the overslam wedge part, material preferences, assembly methods and effects on vehicle comfort are discussed. At the same time, the preferences of different automotive manufacturers and the design criteria of these parts in the R&D processes are examined. As a result, the contribution of overslam wedge parts to both structural integrity and user comfort is emphasized.

Keywords: Overslam / misuse wedge, automotive, closure systems, structural, NVH, component design

GİRİŞ

Aşırı çarpma / yanlış kullanım takozu parçasının tanımı ve fonksiyonları

Otomotiv sektöründe, taşıt kapılarının (bagaj kapıları, yan kapılar ve motor kaputu) güvenli, sessiz ve hassas bir şekilde kapanması, kullanıcı deneyimi ve araç kullanım konforu açısından son derece önemlidir. Kapıların kapatılması sırasında aşırı kuvvet uygulanması suretiyle hızla kapatılması veya yanlış boşluk – profil ayarlanması gibi durumlar, zamanla deformasyonlara, gürültüye ve parça hasarına yol açabilir. Bu

tür sorunları önlemek için çeşitli yardımcı sistemler geliştirilmiştir ve bunlar arasında aşırı çarpma / yanlış kullanım takozu en öne çıkanlardan biridir.

YÖNTEM

Bu bildiri, otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılan aşırı çarpma / yanlış kullanım takozu parçalarının yapısal özelliklerini, işlevlerini, üretim süreçlerini ve kullanım alanlarını ele almak amacıyla hazırlanmış bir betimsel ve derleme çalışmasıdır. Çalışmada, literatürden, kıyaslama raporlarından, üretici teknik belgelerinden ve uygulama örneklerinden elde edilen veriler, sistematik bir şekilde analiz edilerek sunulmuştur.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada kullanılan veri toplama aracı olarak Ar-Ge ve üretim alanındaki mühendislik deneyimlerine dayanan aynı zamanda gözlem ve endüstri pratiğine dayanan bilgiler kullanılmıştır.

BULGULAR

Aşırı çarpma / yanlış kullanım takozu, araç kapılarının düzgün bir şekilde kapanmasını sağlamak ve kapı ile araç gövdesi arasındaki boşluk-profil ilişkisini korumak için plastik ya da kauçuk malzemelerden yapılan küçük ama önemli bir bileşendir. Ana görevi, kapı kapanırken kapının daha önce otomotiv üreticisi firma tarafından belirlenmiş normal bir hızdan daha önce yine otomotiv üreticisi firma tarafından “hızlı kapanma” olarak belirlenen bir hızda -veya daha fazla hızda- olacak bir şekilde kapatılmasıyla oluşan gürültüyü azaltır, kapının istenmeyen bileşenlerinin anlık olarak taşıt gövdesine anlık olarak çarpmasını ve kapı üzerindeki bileşenlerin ve mekanizmaların ömrünü, oluşan aşırı kuvvetin doğrudan araca iletilmesini engellemek ve kapı ile gövde arasındaki boşluğu kontrol etmektir. Bu takoz, kapı kapanırken oluşan darbeyi emerek, kuvveti yayar, deforme olmayı engeller, titreşimleri uzatarak sürüş konforunu artırır.



Şekil.1¹

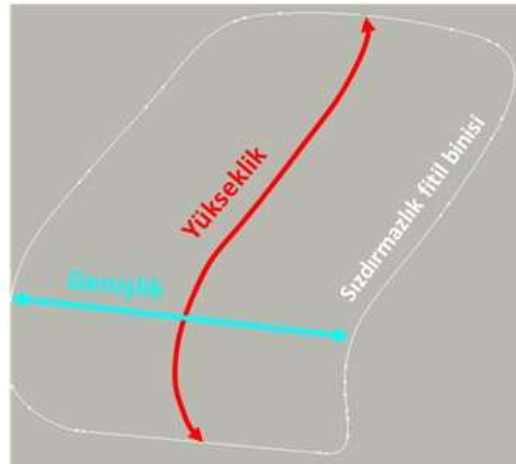
Söz gelimi Şekil.1’ de bir taşıta ait yan kapıda bir aşırı çarpma / yanlış kullanım takozu görünmektedir. Aşırı çarpma / yanlış kullanım takozlarının taşı kapısı üzerindeki konumu ve sayısı, önceden titizlikle belirlenmiş ve olası olumsuzların etkilerini sönmüleyecek en verimli noktaya / noktalara konumlanması gerekmektedir.

Özellikle iki yana açılır bagaj kapıları gibi bazı kapı türlerinde, bir kapı diğerinden önce kapanırsa oluşabilecek hasarı da önler (Şekil.2). Aynı zamanda taşıtın her türlü yol şartlarında oluşabilecek belirli frekanslardaki titreşim ve burkulmaların yaratacağı gıcırtı ve gürültüleri de sönmülemektedir.

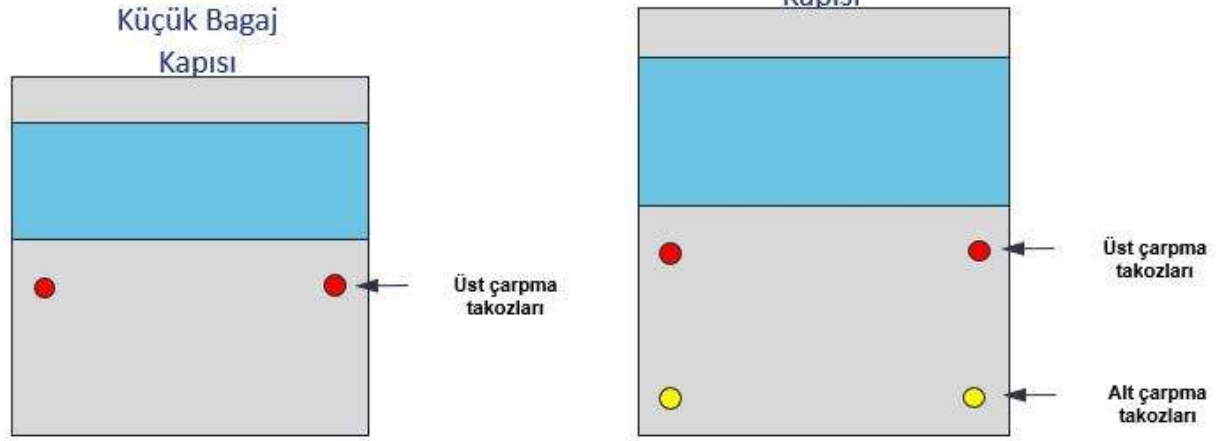


Şekil.2

Yukarı açılır bagaj kapılarındaki aşırı çarpma / yanlış kullanım takozlarının sayısının belirlenmesinde bagaj kapısının genişlik / yükseklik hesabı yapılabilir ve önceden belirlenen bir oranın aşağısında kalınırsa 2 adet, yukarısında kalınırsa 4 adet takoz kullanımı gerekebilir. Bkz. Şekil.3 ve Şekil.4. Bu yöntem yalnızca bir örnek teşkil etmektedir. Daha farklı yaklaşımlar da söz konusu olabilmektedir.



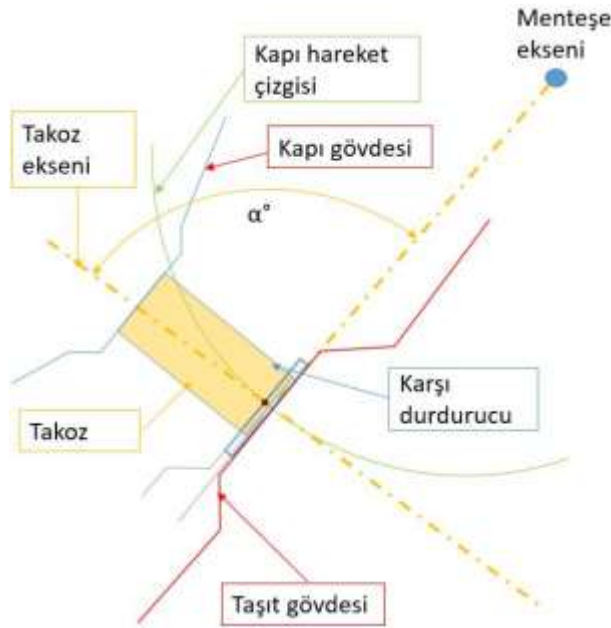
Şekil.3



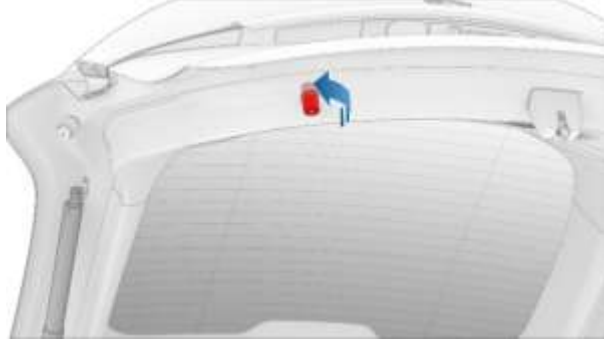
Şekil.4

Takozun nereye yerleştirileceği de oldukça önemlidir; yanlış yerleştirilmiş bir takoz, kapı kapanma performansını olumsuz etkileyebilir. Bu bileşen, aracın Gürültü, Titreşim ve Sertlik (NVH) performansını iyileştirmede de büyük rol oynar. Kapı kapanırken metal parçaların birbirine çarpmasını engelleyerek daha yumuşak ve "sağlam" bir kapanma sesi sağlar, bu da özellikle lüks araçlarda kullanıcı memnuniyetini büyük ölçüde artırır.

Takozun taşıt kapısı ile gövdesi arasına konumlanması, bazı tipi kesitlere uyumu gerektirmektedir. Bu tipik kesitler arasında taşıt üreticileri arasında küçük farklar olabilse de yaklaşık olarak Şekil.5'teki gibidir.



Şekil.5



Şekil.6²

Taşıt üreticileri, tasarladığı ve ürettiği araçları aynı zamanda önceden belirlediği performans değerlendirmelerine de tabi tutmaktadır. Her bir taşıt üreticisi, kendine özel olarak belirlediği bazı fiziksel ve sayısal analiz yöntemleriyle, önceden belirlediği şekilde ve sayıda taşıt kapılarını açıp kapatarak taşıt kapılarının ömrünü ve yorulmasını da gözlemlemektedir. Bu testler aracın önceden belirlenen ömrü boyunca oluşabilecek olumsuzlukları görmek ve önlem almak için yapılmaktadır. Bu gözlemlerin sonucunda herhangi bir olumsuzluk, taşıtın seri üretim onayı almasına engel teşkil etmektedir. Aşırı çarpma / yanlış kullanım testleri de bu testlerin ayrılmak bir parçasıdır. Aşırı çarpma / yanlış kullanım takozları, işte bu ömür ve yorulma testlerinde (aynı zamanda gerçek ömrü boyunca) ortaya çıkabilecek uygunsuzlukların önlenmesinde hatırı sayılır ölçüde önem arz etmektedir.

Şekil.7-8-9-10' da bu yorulma testlerinin taşıt kapısında yarattığı yorulma ve deformasyonların aşamaları gösterilmektedir.



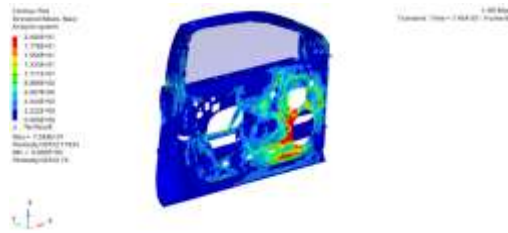
Şekil.7³



Şekil.8³



Şekil.9³



Şekil.10⁴

Bu takozun tasarımında dikkate alınması gereken birkaç önemli faktör vardır. Araç yapısına mükemmel uyum sağlamalı, taşıtın üzerindeki konumu ve pozisyonlanması, kapının kapanma açısını, menteşeden uzaklığını, kilit ve menteşe mekanizmalarını göz önünde bulundurmalıdır. Ayrıca, sürtünmeyi yönetebilmesi, kapı kapanırken istenmeyen sesler çıkarmaması ve aracın ömrü boyunca kalıcı deformasyona uğramaması gerekir. Malzeme seçiminde ise, termoplastik elastomerler, poliüretan ve kauçuk gibi malzemeler tercih edilir; bu malzemeler, esneklik, dayanıklılık ve titreşim sönümleme özellikleriyle özellikle düşük sıcaklıklarda mükemmel performans gösterir.

Üretim aşamasında ise, enjeksiyon kalıplama, kompresyon kalıplama ve 2K kalıplama gibi yöntemler kullanılır; bu yöntemler, tasarım ve malzeme ihtiyaçlarına göre doğru maliyet ve kalite dengesini sağlamak için uygundur. Bileşenleri küçük ve basit gibi görünse de araç kalitesi için kritik öneme sahiptir ve üretim maliyetleri dikkatlice hesaplanmalıdır. Gelecekte ise, akıllı malzemelerin kullanımı, simülasyon tabanlı tasarım optimizasyonları ve daha sürdürülebilir, geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı gibi yenilikler bu bileşenleri daha da geliştirecektir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu bildiride, taşıt bagaj kapıları, yan kapılar ve motor kaputlarında yaygın olarak kullanılan aşırı çarpma / yanlış kullanım takozu parçalarının işlevleri, malzeme özellikleri, tasarım kriterleri ve üretim süreçleri detaylı biçimde ele alınmıştır. Otomotiv endüstrisinde kullanıcı konforunu ve kapı sistemlerinin güvenilirliğini artırmak amacıyla bu parçaların doğru tasarlanması ve konumlandırılması kritik önemdedir.

Özellikle NVH performansına olan katkıları sayesinde takoz parçaları, son kullanıcı deneyimini doğrudan etkileyen ve kalite algısını yükselten önemli bir detay haline gelmiştir. Gelecekte gelişen malzeme teknolojileri ve dijital tasarım yetenekleri sayesinde aşırı çarpma / yanlış kullanım takozu çözümlerinin daha fonksiyonel, hafif ve çevre dostu hale gelmesi beklenmektedir.

KAYNAKÇA

- ¹: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.amazon.in%2Flecctso-Overslam-Protection-Universal-Accessories%2Fdp%2FB0CXJ5MTTK&psig=AOvVaw3Utf8xiDn5pWUjjOpNXFh6&ust=1747120673410000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=2ahUKEwiw25vqsZ2NAXWIVKQEHY2fECcQjRx6BAGAEbk>
- ²: <https://service.tesla.com/docs/ModelY/ServiceManual/en-us/GUID-47F7D30A-91DF-4458-A601-F8553A1E290D-online-en-US.jpg>
- ³: <https://us.v-cdn.net/6038102/uploads/attachments/46189ceadb53c654cfd5f6a4e296191a/Door%20Stresses%20Video.gif>
- ⁴: <https://us.v-cdn.net/6038102/uploads/attachments/46189ceadb53c654cfd5f6a4e296191a/Door%20Stresses%20Hotspot.png>

Gap&Flush Quality Optimization In Terms Of Tolerance Analysis Methods

Furkan Alemdar¹, Ömer Faruk Yücel²

¹E-mail: Furkan.alemdar@tofas.com.tr; Tofaş Türk Otomobil Fabrikası R&D Center, Bursa / Türkiye.

²E-mail: omer.farukyucel@tofas.com.tr; Tofaş Türk Otomobil Fabrikası R&D Center, Bursa / Türkiye.

Özet

Otomotiv Endüstrisi, ileri teknoloji çıktılarını otomobillere uygulama ve kullanma şekliyle diğer sektörlerden daha ileridedir. Bu olgu zamanla müşteri ihtiyaçlarına göre değişmektedir. 1960'lı yıllarda müşterilerin beklentileri, yalnızca sorunsuz motor ve maksimum dayanıklılık iken, bu eğilim yıldan yıla değişmiş ve sonunda müşterilerin motor gücü, tasarımlar, teknoloji, aktarma organları vb. gibi araç özelliklerini kendilerinin belirlediği bir duruma gelmiştir. Günümüzde bir aracın müşterilerin gözünde premium bir model olarak değerlendirilmesi için en önemli kriterlerden biri, gap&flush terminolojisi. Gap&flush hedeflerini tanımlamak ve bunların kalite açısından optimize edilmesi önemli bir konudur. Bu bildiride, otomobil üreticilerinin müşterinin kalite açısından ihtiyaçlarını karşılaması için en iyi optimize edilmiş yöntemi bulmak amacıyla en yaygın iki tolerans analiz yöntemi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tolerans, GD&T, Gap&Flush, Karelerin Kökü Yöntemi, En Kötü Durum Durum Analizi, Plastik Parçalar, Yığılma&Atıklık Analizi

Abstract

Automotive Industry keeps its popularity in a way of using and applying advanced technology outputs into automobiles more than any other sector. This phenomenon changes according to customer needs. Customers in the 1960s, seek only a car that offers trouble-free engine and maximum durability. This trend has changed year by year and eventually came to a state that customers themselves define the car specifications such as motor power, designs, technology, powertrain etc. And in this era, there is a gap&flush terminology coming out as one of the most important criteria for a car to be valued as a premium model in the eyes of the customers and defining the gap&flush targets and the optimization of them in terms of quality is common issue. In this proceeding, two most common tolerance analysis methods have been examined to find the best-optimized method for automakers to meet the customer needs.

Keywords: Tolerances, GD&T, Gap&Flush, Root Sum Square Definition, Worst-Case Analysis, Plastic Parts, Stack-up Analysis

1. INTRODUCTION

In the automotive industry, it is critical to choose the correct tolerance analysis method according to the field to be used. There are a variety of operations that require tolerance analysis, however choosing the

wrong method can cause miscalculating the tolerance range which leads to extra cost, functional and aesthetic problems.

According to developer, extra cost is always the last option, however if the competence is not enough, it will be inevitable. Functional problems trying to be managed with other solutions usually end with over-engineering.

Aesthetical problems can cause a decrease of brand value in terms of customer point of view [4]. To prevent it, developers usually use design standards and norms according to their know-how and based on their previous experiences. However, for the design phase, it will be impossible to use these design standards by rote due to the major differences. Developing the best fit of the components and ensuring the quality standards perform tolerance analysis plays a key role.

Quality assurance in aesthetic parts such as Gap&Flush compliance is one of the important points according to design criteria with respect to perceived quality. To increase the perceived quality, developers use Gap&Flush plans which contain the section profile specifications. To guarantee the Gap&Flush plan, tolerance analysis should be performed. In this study, we will investigate the most efficient and correct method for tolerance analysis of plastic parts.

2. METHOD

2.1. WORST-CASE DEFINITION

Worst-Case method is a linear tolerance analysis method that ensures the tolerance range with maximum reliability. The aim is to analyze the total sum of tolerance contributors at maximum and minimum limits in each direction separately.

Worst-Case method guarantees the production part or assembly that is in the tolerance limits with a %100 rate, however, This method gives a long tolerance range; in order to shorten the range, each tolerance contributor has to be decreased which leads to extra cost for the manufacturer because producing the part with low tolerance limits are needed to use complex processes or expensive tools.

In the automotive industry, working with wider tolerance ranges is quite challenging because of the design criteria. Most of the cases, designers have to study in limited or restricted areas so, there is not enough space to put all the components in exact positions, in that case, using the wide tolerance ranges can cause the car dimensions up to 5 meters with exaggeration, to prevent this problem, designers must use the most efficient method for finding a solution.

Worst-Case method is commonly used in Automotive Industry for Safety regulative parts such as Air bag guide brackets which affect safety directly. It can be understood from this example that mostly worst-case methods are not used unless it is critically necessary.

2.2 RSS DEFINITION

Root Sum Squared (RSS) method is a statistical tolerance analysis method which assumes only a few parts occur near the tolerance limits and mostly centered and within the tolerance range. RSS defines the variation of dimensions as a normal distribution with bell-shaped curve containing mean μ , and the standard deviation

σ . Method simply finds the distribution by applying the square root of the standard deviation of the parts and adds them to reach consciences. Each standard deviation value has its own acceptance criteria coming from the distribution curve like 1 σ 68.2%, 2 σ 95.4% and 3 σ 99.7% [2].

The Root Sum Square method is a common method which is used in industry to analyze the parts manufactured in the production line. RSS Method is preferred thanks to its capability of giving widest possible tolerances while only a small amount of ‘out of tolerance parts’ allowed comparing to worst-case analysis method. That’s Why most of the automotive makers use RSS method to analyze how manufactured parts will behave in the assembly scenario.

Figure 1: Sigma Defect Ratios

between $+1\sigma$		68.27%	317300 ppm out of Spec.
between $+/-2\sigma$		95.45%	45500 ppm
between $+/-3\sigma$		99.73%	2700 ppm
between $+/-4\sigma$		99.9937%	63 ppm
between $+/-5\sigma$		99.999943%	0.57 ppm
between $+/-6\sigma$		99.9999998%	0.002 ppm

There are 2 types of tolerance analysis methods mostly used in automotive: Root Sum Square and Worst-Case Analysis Method. Both methods have their own advantages and disadvantages when compared to each other. However, the Root Sum Square method ensures robust solution to assembly line with only a defined percentage error. And by doing so, it helps engineers to work with wider tolerances with more precision and less out of tolerance parts. Also, thanks to RSS, engineers can make predictions according to the capability of the parts. For example, if a part is manufactured and its measurement results come as centered at first serial production and then after series of production, it comes to the near of the acceptance criteria, this phenomenon can be noticed by following the manufactured part by taking an example parts from the production batch and measure the critical dimensions. After measurements are performed, process capability and process performance can be calculated for long-term traceability. This ensures manufacturing plant to make their maintenance plan according to cp (Process Capability Index), cpk (Process Capability Ratio), pp (Process Performance), ppk (Process Performance Index) values and save money and time before the productions get stopped by an emergency breakdown [5]. Therefore, traceability is another important factor for a part to be always manufactured in the tolerance range. To sum up, these techniques help to reduce manufacturing costs while achieving good quality products with having smooth gap&flush surfaces.

RSS method allows us to work in the tolerance range that an engineer wants to work with, for both $\pm 3\sigma$ or $\pm 4\sigma$ according to the company's quality targets. Of course, a company should accept that some parts will be manufactured out of specifications with this method. However, why companies accept the out of specification tolerances can be understood simply with time and money. RSS gives statistical values with an error/acceptance criterion while making the manufacturing cost lower. It is mainly based on an

assumption of capability levels defined according to companies' quality point of view [1]. Applying RSS requires knowledge of the manufacturing process and material behavior and also the assembly necessities.

Table 1: Sigma Values corresponding to Defects per Million

Sigma	Defect million	per	Defect based on Sale	Capability
6 Sigma	3.4		Less than 10% of Sale	World Class
5 Sigma	230		10% to %15 of Sale	World Class
4 Sigma	6200		15% to 20% of Sale	Industry Average
3 Sigma	67000		20% to 30% of Sale	Industry Average
2 Sigma	310000		30% to 40% of Sale	Noncompetitive
1 Sigma	700000	-		Noncompetitive

Manufacturing capabilities of the machines are another important factor to optimize the tolerances. Because tolerances that are to be defined directly related to the machine capability. The capability of the machines also determines how quality of your part will be manufactured. No matter what tolerance method uses, it is the machine capability that defines your tolerances of the part and if you couldn't manage the machine parameters well during production, you are not going to be able to get your final product as quality as you calculate or think it would be.

3. RESULTS

3.1 COMPARISON

In this proceeding, two common tolerance analysis methods have been investigated. For this purpose, RSS and Worst-Case methods are analyzed on plastic parts with respect to gap&flush terminologies. Mechanical behaviors and reference point systems are kept the same in both studies.

3.1.1 RSS METHOD

There is a continuous line between the blue and pink part, and it can be seen in Picture 1. Gap will occur in Z direction. To analyze the tolerance for the gap value between two components, we must check the RPS system.

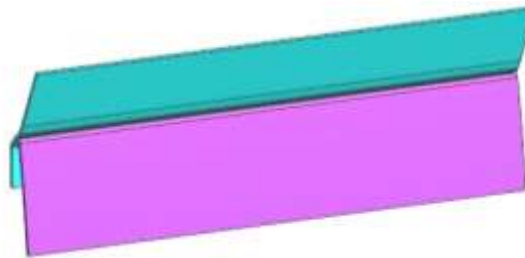


Figure 2: Work Part

It can be seen in the RPS system shown in picture 2, there are two locators in z direction

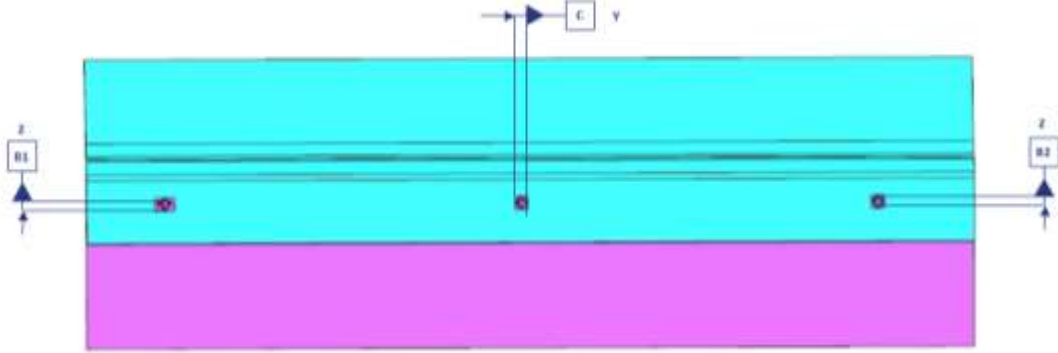


Figure 3: Schematic Reference Point System

Z direction locators are pin-hole system shown in picture 3

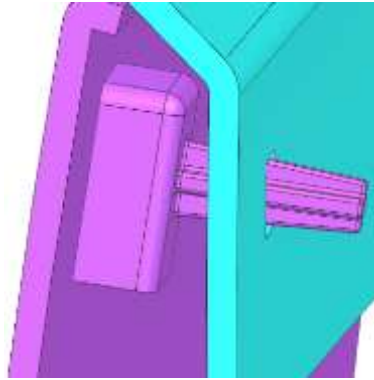


Figure 4: Pin/Hole Connection

Pin-hole connection tolerance shown in picture 4, can be calculated as in the equation 1

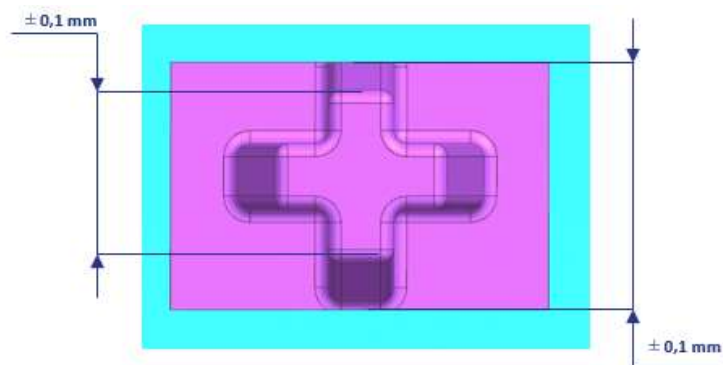


Figure 5: Tolerance Calculation

$$(0,1 \text{ mm})^2 + (0,1 \text{ mm})^2 = (\sigma)^2$$

$$\sigma = 0,14 \text{ mm}$$

Equation 1

If we assume tolerance distribution due to the process as ± 0.4 for both parts with respect to locator in Z direction, shown in picture 5

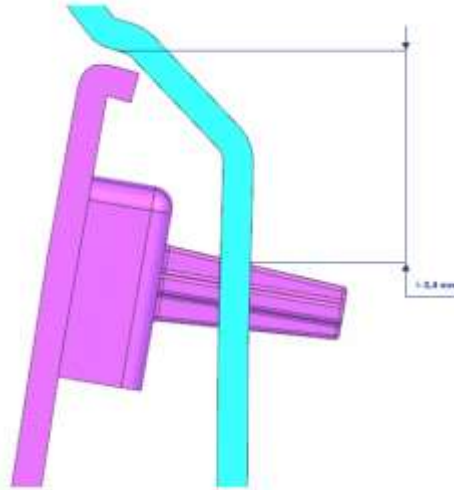


Figure 6: Tolerance Accumulation

We can calculate the tolerance analysis with RSS in equation 2

$$(0,4 \text{ mm})^2 + (0.14 \text{ mm})^2 + (0,4 \text{ mm})^2 = (\sigma)^2$$

$$\sigma = \pm 0.58 \text{ mm}$$

Equation 2

3.1.2 WORST-CASE METHOD

For the 2 components shown in picture 6, we can calculate the tolerance analysis in worst case method using all the contributor tolerances that affect the Z gap.



Figure 7: Gap Direction

We will have ± 0.4 mm tolerance range maximum assumed before for both parts. The fixation tolerances will be calculated maximum in equation 3 shown in picture

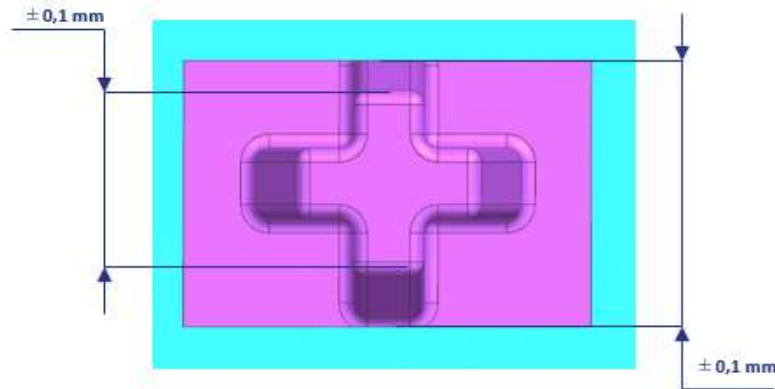


Figure 8: Tolerance Calculation

$$\begin{aligned} 0.1 \text{ mm} + 0.1 \text{ mm} \\ = 0.2 \text{ mm} \end{aligned}$$

Equation 3

Total maximum and minimum tolerance value can be calculated in equation 4

$$\begin{aligned} 0.4 \text{ mm} + 0.4 \text{ mm} - 0.2 \text{ mm} \\ = 1 \text{ mm} \end{aligned}$$

Equation 4

4. CONCLUSION

In this paper, two common tolerance analysis methods have been investigated with a plastic part example. In the literature, someone can easily reach out the tolerance analysis of the mechanical components but cannot find applied tolerance analysis methods for plastic parts which are at least used as much as metal/mechanical parts. So, all the methods are applied to plastic parts and explained in a very simple way for better understanding.

As a result, Comparing the RSS and Worst-Case methods have shown their own advantages and disadvantages. It is understood more that RSS gives a more valuable and acceptable tolerance range when compared to worst-case methods and proves itself why it is the most used method in automotive industry when defining the gap&flush properties of the car. We have also tried to show the effects of the gap&flush terminology on the car as time, money and inspection and its effect on end-user.

To sum all these informative sayings up, it is concluded that the summation of all tolerances up is not a useful method and may cause unexpected tolerance limit that a manufacturer cannot work in the limits. So, RSS methods come with a solution forming a bell distribution curve by calculating the standard and mean deviations and result in better choice.

5. REFERENCES

- 1- Kondić, Ž., Tunjić, Đ., Maglić, L., & Horvatić Novak, A. (2020). Tolerance Analysis of Mechanical Parts. *Tehnički glasnik*, 14(3), 265-272.
- 2- Sönmez, F., & Baday, Ş. (2021). Bir Mekanik Montaj Sisteminde Tolerans Yığılması ve Tolerans Alanının Genişletilmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 270-278.
- 3- Aydın, Z. B. (1996). *İstatistiksel kalite kontrolü ve süreç yeterlilik analizi* (Master's thesis, Bursa Uludag University (Turkey)).
- 4- Stylidis, K., Wickman, C., & Söderberg, R. (2020). Perceived quality of products: a framework and attributes ranking method. *Journal of Engineering Design*, 31(1), 37-67.
- 5- Balaramaiah, Y. (2019). Process capability (CP AND CPK) study of CNC machine. *Manufacturing Technology Today*, 18(1), 15-22.

Modular Body Structures And Platform Strategies In The Automotive Industry (2015-2025)

Enes CEBE

¹ E-mail: enes.cebe@tofas.com.tr; TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., R&D Center Bursa/ Türkiye

Özet

Bu bildiri, 2015-2025 döneminde otomotiv endüstrisinde yaygınlaşan *modüler gövde yapıları ve platform stratejilerini* incelemektedir. Büyük otomotiv üreticileri (OEM'ler), ürün çeşitliliğini artırmak, maliyetleri düşürmek ve üretim süreçlerini esnekleştirmek amacıyla modüler platformlara yönelmiştir. Ortak altyapılar ve standart modüller sayesinde farklı segmentlerdeki araçlar aynı platformdan türetilmekte, bu da ölçek ve kapsam ekonomileri sağlamaktadır. Araştırmada, OEM'lerin bu stratejiye yönelmesinin teknik (esneklik, kalite, yeni teknolojilere uyum) ve ekonomik (AR-GE ve üretim maliyeti düşüşü) nedenleri detaylandırılmış; üretim süreçleri, mühendislik yaklaşımları ve pazar stratejilerine olan etkileri analiz edilmiştir. Sonuç olarak, modüler platformlar, otomotiv firmaları için sadece mühendislik değil, aynı zamanda stratejik bir rekabet avantajı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Modüler platform, Otomotiv endüstrisi, Platform stratejisi, Üretim verimliliği

Abstract

This paper examines the widespread adoption of *modular body structures and platform strategies* in the automotive industry between 2015 and 2025. Major automotive manufacturers (OEMs) have shifted toward modular platforms to increase product diversity, reduce costs, and enhance production flexibility. Through shared architectures and standardized modules, vehicles across different segments can be derived from a common platform, enabling both scale and scope economies. The study details the technical (flexibility, quality, compatibility with new technologies) and economic (reduction in R&D and production costs) motivations behind this strategy, and analyzes its effects on production processes, engineering approaches, and market strategies. In conclusion, modular platforms provide automotive firms with not only engineering efficiency but also a strategic competitive advantage.

Keywords: Modular platform, Automotive industry, Platform strategy, Production efficiency

INTRODUCTION

In the past decade, modular body structures and platform strategies have rapidly become widespread in the global automotive industry. Major automotive manufacturers (OEMs) have turned to modular platforms to develop and produce vehicles from different models and segments on a common base [1]. This approach is seen as a strategic solution to manage the increasing complexity in product

development and production processes, to offer more model variations to the market, and to reduce costs [2]. Modular platforms make it possible to support many different types of vehicles on a single infrastructure thanks to shared parts, standardized components, and modules that can be assembled in a “kit” logic. For example, an OEM’s architecture called the “common module family” allowed designing vehicles in multiple segments by combining five main modules — engine compartment, cockpit, front underbody, rear underbody, and electrical/electronic system — in different ways [1]. In this way, manufacturers aim to achieve the advantages of both economies of scale and economies of scope. Indeed, several OEMs adopting modular platform strategies have highlighted that they were able to significantly reduce parts and engineering costs and improve production efficiency [1],[2].

METHOD

This research is based on a literature review and industry reports on modular automotive platforms between 2015 and 2025. Firstly, academic studies, conference papers, and industry analyses related to the topic were reviewed; data on technical features, benefits, and application outcomes of modular platforms were collected. Secondly, public statements, press releases, and expert opinions of leading automotive manufacturers were analyzed comparatively. Using the "content analysis" method, recurring themes (e.g., cost savings, flexibility, standardization) were identified and presented under relevant headings in the findings section. Additionally, since company names were kept confidential, numerical data and statements from case studies in the literature were generalized and referenced as "OEM."

FINDINGS

Technical and Economic Motivations

In today’s automotive market, consumer demands are changing quickly, and the need for model variety is increasing. OEMs have turned to modular platforms to launch more models in a shorter time while keeping costs under control [2]. The main technical motivation behind this strategy is to simplify engineering processes by using common parts and infrastructures across different vehicles. For example, an OEM, realizing that working with over 100 different platforms and hundreds of engine-transmission combinations was unsustainable, implemented a global modular architecture in 2015. Thus, while aiming to improve basic vehicle performance (e.g., lower weight, better safety), they also targeted reducing the total number of parts and making production and supply chain management easier [3]. Technically, modular platforms act like a “template” with standardized connection points (such as the geometries connecting engines and drivetrains to the vehicle body) and scalable dimensions [4][6]. In this way, it becomes possible to design cars of different sizes and features on the same infrastructure.

From an economic perspective, the most important driver behind modular platform strategies is cost advantages. Producing many models based on a single platform reduces R&D expenses per unit compared to developing separate platforms for each model [2]. In the literature, it is stated that although modular design requires a one-time high investment, it can provide up to 20% cost savings and shorten product development time by approximately 30% in the long run [2]. Another OEM stated that by using a common platform, they expect to save between 20% and 50% in development costs for their new models [6]. Such major saving potential results from economies of scale: manufacturing common parts in high volumes significantly reduces the unit cost [5]. Also, modular platforms enable consolidation in the supply chain; since higher quantities can be ordered for fewer different parts, unit prices from suppliers decrease.

Advantages of Modular Platforms



Figure 1. A typical modular vehicle platform illustrating fixed and flexible zones. Notably, the distance between the steering rack, foot pedals, and engine compartment remains fixed, ensuring consistent driver ergonomics across different vehicle models[12]

When applied correctly, modular platform strategies offer many advantages both in engineering and business management:

- **Cost Reduction and Economies of Scale:** In a product family using a common platform, using the same parts in multiple models increases the total production volume and reduces unit part costs [2]. The investment in developing a single integrated platform is shared across many models, thus reducing the cost of each vehicle project over time. According to one OEM's calculations, efficiency in labor and parts costs with a modular platform strategy can reduce the total cost of a new model by up to 20% compared to the previous generation [2]. Opel, for example, stated that by using a common platform, they achieved up to fivefold savings in new model development budgets [6].
- **Shorter Development Time:** The modular approach speeds up the product development cycle because a new model can be "built" on an existing infrastructure. Instead of starting from scratch, adding a new upper body (body shell) or feature onto a verified platform is much quicker. One OEM reported that they were able to shorten the market launch time of a new model by 20% thanks to the modular platform strategy [7].
- **Flexibility in Product Diversity (Economies of Scope):** Modular platforms allow different sizes and styles of vehicles to be developed on a single base [6]. Sedan, hatchback, SUV, MPV, and even sports coupes and convertibles can be developed from the same platform [6]. One OEM, for example, built both a compact-class sedan and a mid-size SUV on the same base, enabling quick product offerings in two different segments.

- **Operational Flexibility and Production Efficiency:** Standardization from modular platforms also reflects on production lines. Different models can be produced on the same assembly line [6]. This allows rapid response and scaling production according to demand in different markets.
- **Quality and Update Ease:** Using standardized modules simplifies quality control processes. Shared components undergo more engineering improvements and maintain consistent quality across the model family. One OEM reported that with modularity, assembly errors decreased and overall product quality increased. Additionally, technological updates can spread more easily across the product family [8].

The advantages above show the gains possible when modular platform strategies are successfully implemented. In summary, cost savings, faster development speed, a wide product range, production flexibility, and quality improvements are the main advantages modular platforms offer to automotive OEMs [2].

Engineering Approaches and Design Features

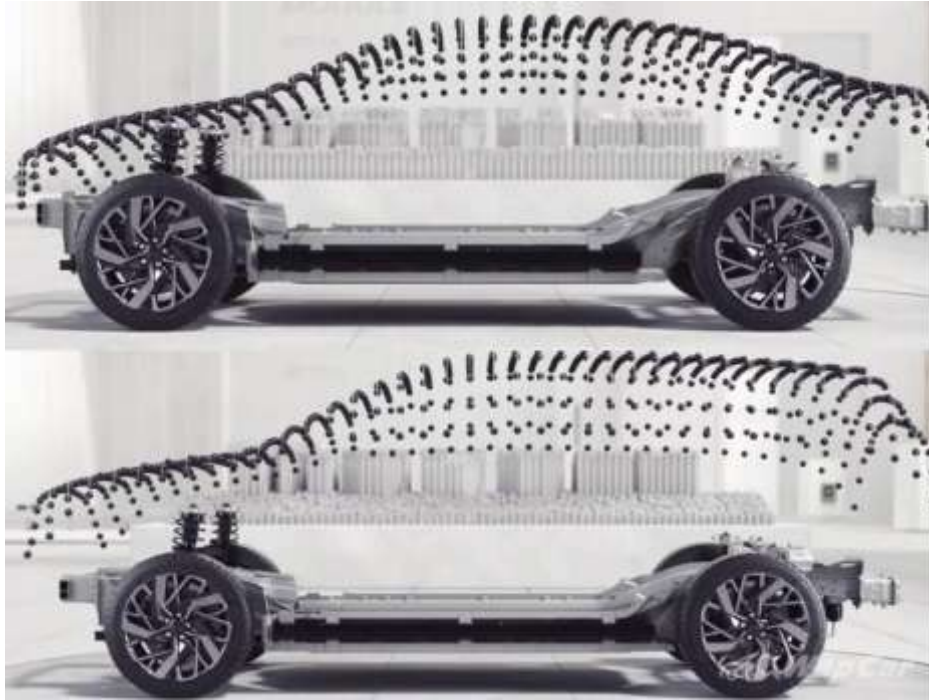


Figure 2. Two vehicle models using the same modular platform with differences in the upper body, or “top hat,” enabling design and functional variation [12]

Implementing the modular platform concept requires comprehensive engineering planning and design standardization. OEMs design their vehicles by breaking them into functional modules. A modular automotive platform generally consists of the following main components: chassis/underbody, engine and drivetrain (front section), passenger cabin (cockpit), rear structure, and electrical/electronic infrastructure

[1]. Each of these modules can be developed in different sizes and configurations within certain limits. For example, a modular platform introduced by an OEM in 2013 was designed to support four different track widths (distance between wheels) and five different wheelbase combinations [6]. Two separate cockpit designs, two rear suspension architectures, and various lengths of rear body modules were also defined on the same platform [6].

Another engineering approach is to spread lightweighting and structural improvements across the entire platform. OEMs developing modular platforms often use advanced materials (high-strength steel, aluminum, composites, etc.) and optimized design techniques to make the base structure lighter and stiffer than previous generations [6]. For example, a compact model using an OEM's new-generation modular platform was developed to be up to 100 kg lighter than its predecessor, despite having larger dimensions and carrying more equipment [2].

Flexible dimensional design is also an important aspect of modular platform engineering. Platforms are generally extendable and adjustable; distances between the front and rear axle modules (wheelbase) and axle widths can be adjusted to fit different model sizes [6].

Impact on Production Processes

The impact of modular platforms on production is mainly seen in investment and capacity usage. Modular platforms allow production equipment and lines to be more general-purpose. For example, body welding lines are designed to weld common points across many models using a modular platform. As a result, when introducing a new model, additional investment needs decrease; existing lines can be adapted with small changes.

Another effect is seen in supply and logistics processes. Since modular platforms bring part standardization, relations with suppliers turn into longer-term, higher-volume contracts. For example, an OEM started sourcing standardized seat and brake modules worldwide from a few key suppliers, achieving both cost advantages and logistical optimization.

Cost-Benefit Analyses

The success of modular platforms is ultimately measured by the cost-benefit balance they bring. Developing a modular platform usually requires billions of dollars in R&D spending and years of effort. However, savings on parts, labor efficiency, and development costs are the most tangible gains [2].

Beyond financial benefits, strategic flexibility and speed in the market are critical advantages. For example, one OEM was able to quickly expand its product range to include electric vehicles by using a modular platform [6].

However, there are risks and potential disadvantages. A risk is the failure to achieve expected savings. One OEM reported not fully reaching the targeted 20% cost reduction in the early years of the platform project [7].

The high upfront cost of modular platforms also poses a risk if enough vehicles are not produced during the platform's lifetime. Therefore, correctly defining the platform's scope is critical, especially for smaller OEMs [9].

Market Strategies and Competitive Effects

Modular platforms have deeply affected OEMs' market and product strategies. Thanks to modular platforms, OEMs can expand or renew their product range more easily. OEMs can now launch multiple SUVs (small, medium, large) simultaneously, for example. From the customer's perspective, modular platforms enable manufacturers to offer a variety of products at more competitive prices [10].

Modular strategies have also affected brand and model positioning. Automotive groups with multiple brands use a common modular platform across different brands, creating synergies. However, each brand must still maintain its identity. OEM experiences show that even with a shared platform, different brands can differentiate through design, driving character, and material quality [6].

Modular platforms also help optimize model life cycles. Models sharing a platform are generally launched or updated around the same time, helping OEMs keep their product lineups fresh [11].

CONCLUSION AND DISCUSSION

This study has provided an overall evaluation of the widespread use of modular body structures and platform strategies in the automotive sector between 2015 and 2025. The findings show that modular platforms provide significant technical and economic advantages to OEMs. Technically, developing many models on a shared platform gave manufacturers flexibility, accelerated development processes, and enabled innovations like weight optimization and safety improvements across model families. Economically, economies of scale and scope led to notable cost reductions and increased profitability [6][10].

However, the planning of modularity must be done carefully to avoid risks like overly complex platforms or failure to achieve cost savings [9].

In conclusion, modular body structures and platform strategies have been one of the most important transformation trends in the automotive industry over the past decade. Large OEMs have combined technical excellence with economic efficiency through these strategies, achieving generally successful

results. Modular platforms are expected to remain at the center of automotive innovation in the coming years.

REFERENCES

- [1] Pope, B. (2013, November 21). Renault-Nissan rolling out CMF strategy. *WardsAuto*. Retrieved from <https://www.wardsauto.com/news-analysis/renault-nissan-rolling-out-cmf-strategy>
- [2] Ayık, E. (2019). Otomotiv tasarımında modülerlik kavramı üzerine araştırma. *Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 77–101.
- [3] Reynolds, K. (2015, May 7). How the Toyota New Global Architecture will impact mass-car building. *Motor Trend*. Retrieved from <https://www.motortrend.com/features/toyota-global-architecture-tnga-impact/>
- [4] Volkswagen AG. (2014). MQB platform technical presentation. Wolfsburg: Volkswagen Group. Retrieved from <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2014/10/mqb-platform.html>
- [5] PSA Groupe. (2018). EMP2 platform overview – Tech day presentation. Retrieved from <https://media.stellantis.com/em-en/peugeot/press/efficient-modular-platform>
- [6] Opel. (2018, June 13). Modular multi-energy platforms: For efficient variety of models [Press release]. Rüsselsheim: Opel/Stellantis Media. Retrieved from <https://media.stellantis.com/em-en/opel/press/modular-multi-energy-platforms-for-efficient-variety-of-models>
- [7] Holt, N. (2015, January 6). VW’s platforms to perform? *Automotive Manufacturing Solutions*. Retrieved from <https://www.automotivemanufacturingsolutions.com/vws-platforms-to-perform/34413.article>
- [8] Shoplogix. (2021). Modular vehicle production: A smarter approach to manufacturing. Retrieved April 20, 2025, from <https://www.shoplogix.com/blog/modular-vehicle-production-smarter-approach-manufacturing/>
- [9] Frigant, V. (2017). The new automobile modular platforms: From the product architecture to the manufacturing network approach. *ResearchGate*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/317823991_The_new_automobile_modular_platforms_from_the_product_architecture_to_the_manufacturing_network_approach
- [10] Alibaba.com. (n.d.). Araba platformları: 2025'te bilmeniz gereken her şey. *Reads.alibaba.com*. Retrieved April 21, 2025, from <https://reads.alibaba.com/tr/car-platforms-everything-you-need-to-know/>
- [11] Lampón, J. F., Cabanelas, P., & González-Benito, J. (2017). The impact of modular platforms on automobile manufacturing networks. *Production Planning & Control*, 28(4), 335–348. <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1287442>
- [12] WapCar. (n.d.). Maksud sebenar platform kereta – Kenapa ia hangat diperkatakan? Retrieved May 6, 2025, from <https://www.wapcar.my/bm/maksud-sebenar-platform-kereta--kenapa-ia-hangat-diperkatakan-21696>

The Increasing Use of Adhesive Bonding Technologies in Automotive Body Manufacturing

Enes CEBE

E-mail: enes.cebe@tofas.com.tr; TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş, R&D Center Bursa/ Türkiye.

Özet

Otomotiv endüstrisinde yapısal yapıştırma teknolojilerinin kullanımı, hafif malzeme kombinasyonları ve ağırlık azaltma hedefleri doğrultusunda hızla artmıştır. Yüksek mukavemetli çelik, alüminyum ve karbon fiber gibi farklı malzemelerin birleştirilmesinde yapıştırıcılar, geleneksel punta kaynağına güçlü bir alternatif sunmaktadır. Bu çalışma kapsamında, literatür taraması yoluyla yapıştırma yöntemlerinin teknik üstünlükleri, üretim süreçlerine entegrasyonu ve karşılaşılan zorluklar incelenmiştir. Yapısal yapıştırıcılar, gövde rijitliğini artırarak, ağırlığı azaltarak ve korozyon direncini geliştirerek araç performansına önemli katkılar sağlamaktadır. Ancak, uygulama süreçlerinde kalite kontrol ve çevresel dayanım konularında dikkatli yönetim gerekmektedir. Sonuçlar, yapıştırma teknolojilerinin gelecekte kaynak teknikleriyle hibrit biçimde birlikte kullanılmaya devam edeceğini ve otomotiv üretiminde hafiflik, güvenlik ve maliyet optimizasyonu açısından kritik rol oynayacağını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: birleştirme yöntemleri, otomotiv gövde üretimi, üretim teknolojileri, yapısal yapıştırıcılar

Abstract

The use of structural adhesive technologies in the automotive industry has rapidly increased due to the growing need for lightweight material combinations and weight reduction. Structural adhesives provide a strong alternative to traditional spot welding, especially in joining high-strength steel, aluminum, and carbon fiber components. This study examines the technical advantages, integration into production processes, and challenges of adhesive technologies through a comprehensive literature review. Structural adhesives significantly contribute to vehicle performance by improving body rigidity, reducing weight, and enhancing corrosion resistance. However, strict process control and careful management of environmental durability are essential during application. The findings show that adhesive technologies will continue to be used alongside welding techniques in hybrid applications, playing a critical role in achieving lightweight design, safety, and cost optimization in future automotive production.

Keywords: joining techniques, automotive body manufacturing, Production Technologies, Structural adhesives

INTRODUCTION

The use of structural adhesive bonding technologies for joining vehicle body parts in the automotive industry has significantly increased in recent years. The greater use of lightweight materials such as high-

strength steels, aluminum alloys, and carbon fiber composites in vehicles has created challenges for traditional welding methods [1],[2]. Especially when different types of materials (e.g., steel and aluminum) need to be joined, engineered adhesives often offer an effective solution that can replace riveting or spot welding (resistance spot welding) [1]. Thanks to technological advances in structural adhesives over the past decade, adhesive bonding applications in automotive body manufacturing have exploded, with usage nearly doubling since 2005 [1]. Increasing fuel efficiency and stricter emission standards have also pushed manufacturers towards weight reduction solutions, leading to a broader adoption of structural adhesives as both a lightweighting and reinforcement tool [1]. As a result, hybrid joining applications, where thousands of weld spots are combined with hundreds of meters of adhesive bonding lines on a single car body, have become common. This report examines the growing use of adhesive bonding technologies in automotive body production, based on literature and industry examples.

METHOD

A comprehensive literature review was conducted to highlight the role and advantages of adhesive bonding technologies in automotive body manufacturing. First, the performance of structural adhesives in material joining and their technical superiority over traditional spot welding methods were compared based on academic research and experimental studies. Data from various research papers were used to evaluate the mechanical strength, stiffness, and corrosion resistance of adhesive-bonded joints compared to welded ones. The adhesive usage strategies of different manufacturers, the types of adhesives they use, and hybrid joining methods (e.g., adhesive bonding + spot welding) were compared. Finally, challenges related to process control, environmental durability, and cost were identified, and solutions developed to overcome these challenges were evaluated. Findings were interpreted in the light of specific data and examples from current publications, and each key claim was supported by appropriate citations.

FINDINGS

Application Areas of Bonding Technologies

Today, structural adhesives are widely used in the body-in-white stage of automotive manufacturing for joining parts and sub-assemblies. Particularly, joining dissimilar materials like steel and aluminum, or metal and composite, is often not possible without adhesive bonding [1]. Adhesives are applied in the mounting of roof panels to the body, bonding of sheet metal edges on doors and hoods, and joining internal body structure elements. For example, the unique body design of an electric model by a company features CFRP panels and modules joined entirely with structural adhesive bonding. The passenger cabin is bonded to an aluminum chassis using adhesives [1]. Similarly, carbon fiber-reinforced roof beams are bonded to the metal body in luxury models of the same company, achieving significant weight reduction and performance gains [1]. Adhesives are not only used between different materials but also between similar metals like steel-steel or aluminum-aluminum, offering an alternative to welds. In many modern vehicles, a continuous adhesive bond is applied along the flange between two panels instead of intermittent spot welds; sometimes, adhesives and mechanical fasteners (spot welds or rivets) are used together to create hybrid joining (weld-bonding or rivet-bonding) [3]. Adhesives also serve as sealants, preventing water and moisture ingress. Recently, adhesive bonding technologies have become critical for battery electric vehicles (BEVs) too; battery modules are bonded to metal housings with special adhesives that allow sealing and thermal conductivity [4]. In summary, adhesive bonding

technologies today play vital joining roles in a wide range of automotive body manufacturing applications.

Technical Comparison with Spot Welding



Şekil 1. (Figure 1. Left: structure built without adhesive; Right: 0.2 mm thinner structure built with adhesive)

The figure shows structures without (left) and with adhesive bonding (right), highlighted in blue [2]. Using structural adhesives allows achieving similar crash resistance with thinner (approximately 0.2 mm thinner) sheet material compared to traditional spot-welded designs [2]. The increasing use of adhesives is based on the significant technical advantages they provide. First, adhesive bonding creates a continuous bond over the surfaces, reducing stress concentrations and allowing load distribution over a wider area. As a result, adhesive-bonded joints can show higher fatigue resistance and greater static stiffness than welded joints [5].

Adhesive bonding improves torsional stiffness by up to 20%, enhancing sporty and responsive driving characteristics [3]. Adhesive joints also help reduce vibration and road noise, improving interior acoustic comfort [2]. Since adhesives generally cure at room or low temperatures, they avoid thermal distortion or weakening seen with welding [5].

Adhesive bonding also offers corrosion resistance advantages and can tolerate different thermal expansion properties of joined materials, preventing stress cracks under temperature changes, especially between steel and aluminum [5].

Another key advantage is the ability to join different materials. While welding generally requires similar metals, adhesives can successfully join combinations like metal-polymer, metal-composite, or aluminum-steel [1]. For example, mounting an aluminum part to a steel body element is much easier with adhesive bonding and mechanical fastening than by welding. According to data from a German manufacturer, using structural adhesive bonding in aluminum-steel joints provides 50–100% faster production times compared to alternative methods [3].

Despite these advantages, adhesive bonding also has limitations. It generally requires larger overlap areas, and adhesives can be sensitive to peel and impact loads. Therefore, in critical joints, adhesives are often supported by spot welds or rivets to ensure initial retention in case of impacts. Thus, hybrid joining (adhesive bonding + welding/riveting) has become the standard in modern body manufacturing [3].

Challenges in the Production Process

The successful use of adhesive bonding technologies in automotive production depends on careful management of certain challenges:

- **Process control:** Adhesive bonding involves multiple steps like surface preparation, primer application, adhesive application, and controlled curing. Poor application can cause serious structural failures [6]. Quality assurance systems and standards like Germany's DIN 2304 are applied to ensure process discipline.
- **Environmental durability:** Adhesives must endure the full range of automotive environmental conditions (-40°C to $+80^{\circ}\text{C}$ or higher), humidity, salt water, mud, and fuel vapors. Epoxy adhesives today can generally withstand -50°C to $+120^{\circ}\text{C}$ [5]. Proper adhesive selection is critical to prevent galvanic corrosion, particularly in dissimilar material joints like CFRP-aluminum [7].
- **Cost and production efficiency:** While adhesives initially seem more expensive than traditional welding materials, they can lower total manufacturing costs. Using adhesives reduces the number of spot welds, decreases vehicle weight, and simplifies processes like sealing and painting [3][8][9]. Lightweighting achieved with adhesive bonding also improves fuel economy by about 6–8% [3].

CONCLUSION AND DISCUSSION

This study highlights the increasing use of adhesive bonding technologies in automotive body manufacturing. Structural adhesives now play a critical role in modern vehicle design and production. They enable the combination of lightweight, mixed-material structures and offer strong alternatives and complements to traditional joining methods like spot welding and mechanical fastening. Adhesive bonding reduces overall vehicle weight, enhances structural strength, improves driving dynamics, and offers manufacturing flexibility.

While spot welding will not disappear completely, especially in high-volume steel-bodied models, adhesive bonding is expected to continue growing alongside it. Future innovations may include smarter bonding technologies, such as adhesives with embedded sensors for real-time joint integrity monitoring.

In conclusion, adhesive bonding technologies are transforming automotive design philosophies, making lighter, stronger, and more efficient vehicles possible while providing manufacturers with flexibility and cost advantages. Proper engineering and quality control applications allow adhesive bonding to overcome traditional joining method limitations, paving the way for innovative automotive solutions.

REFERENCES

- [1] Visnic, B. (2019, August 20). *Stuck on structural adhesives*. Automotive Engineering (SAE International). Retrieved from <https://www.mobilityengineeringtech.com/component/content/article/44385-sae-ma-03705>
- [2] Wagner, A. (2016, September 1). *Customized structural adhesives deliver multiple benefits*. Adhesives & Sealants Industry Magazine. Retrieved from <https://www.adhesivesmag.com/articles/94867-customized-structural-adhesives-deliver-multiple-benefits>
- [3] Huetter, J. (2016, March 18). *Experts: Structural adhesives cheaper, lighter, faster than other joining methods for OEMs*. Repairer Driven News. Retrieved from <https://www.repairerdrivennews.com/2016/03/18/experts-auto-body-structural-adhesives-cheaper-lighter-faster-than-other-joining-methods-for-oems/>
- [4] PW Consulting. (2025, February 8). *Adhesives for Automobile Body Market* (Q&A Article). PW Consulting Chemical & Energy Research Center. Retrieved from <https://pmarketresearch.com/chemi/au-sn-alloy-solder-paste-market/adhesives-for-automobile-body-market>
- [5] Kumar, S., Singal, L. C., & Mahajan, A. (2017). Comparison of structural adhesive joint with spot and seam welded joints. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4(5), 681–686. Retrieved from <https://www.irjet.net/archives/V4/i5/IRJET-V4I5133.pdf>
- [6] Sika Industry. (n.d.). *Improved adhesive bonding process to prevent failure*. Retrieved April 19, 2025, from <https://industry.sika.com/en/home/transportation/knowledge-hub/improved-adhesive-bonding-process-prevents-failure.html>
- [7] Adeniran, E. (2025, March 24). *Tesla Cybertruck recalled yet again, this time for a body panel issue*. 234Drive. Retrieved from <https://234drive.com/tesla-cybertruck-recalled-yet-again-this-time-for-a-body-panel-issue/>
- [8] Forgeway. (n.d.). *Panel bonding adhesive vs welding: Which is the best method?* Forgeway. Retrieved April 21, 2025, from <https://www.forgeway.com/learning/blog/panel-bonding-adhesive-v-welding-which-is-the-best-method>

[9] Loctite India. (n.d.). *Loctite vs welding*. Retrieved April 21, 2025, from

<https://www.tryloctite.in/loctite-vs-welding?srsltid=AfmBOorF-7picZ1VyEpEZfXYdaDIgopgJCPxz0FK8zj92Ycfc5o3tNpe>

Body-in-White Material Transformation from the 1980s to the Present and Its Impact on Vehicle Weight: A Theoretical Review

Tahsin Batuhan Yılmaz, Enes Cebe

¹E-mail: tahsin.batuhanyilmaz@tofas.com.tr; TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., R&D Center Bursa/ Türkiye.

² E-mail: enes.cebe@tofas.com.tr; TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., R&D Center Bursa/ Türkiye.

Özet

Bu teorik inceleme, 1980’lerden günümüze otomotiv Body-in-White (BIW) malzemelerinin evrimini ve araç ağırlığı üzerindeki etkisini ele almaktadır. Süreç üç döneme ayrılmıştır: 1980–2000, 2000–2020 ve 2020–günümüz. Başlangıçta yumuşak çeliklere dayanan yapı, zamanla Gelişmiş Yüksek Mukavemetli Çelikler (AHSS), alüminyum alaşımları ve kompozitlerle desteklenerek kütle verimliliği artırılmıştır. Ancak bu iyileştirmelere rağmen, güvenlik standartları, emisyon düzenlemeleri ve elektrikli aktarma organları gibi unsurlar toplam araç ağırlığını etkilemeye devam etmiştir. [1] numaralı kaynakta belirtildiği üzere, tasarım optimizasyonları ve malzeme gelişmeleri, özellikle kritik bölgelerde, belirgin ağırlık tasarrufları sağlamıştır. Elektrikli araçların yükselişiyle birlikte, enerji depolama birimini taşıyıcı eleman haline getiren yapısal batarya paketi gibi yeni hafifletme yaklaşımları öne çıkmıştır. Çalışma, araç performansı, güvenlik ve sürdürülebilirlik arasında denge kurmak için BIW malzeme inovasyonlarının sürekliliğinin hayati önemde olduğunu vurgulamakta ve gelecekteki hafif tasarım stratejilerine dair öngörüler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ağırlık, AHSS (Gelişmiş Yüksek Mukavemetli Çelikler), Alüminyum, BIW (Body-in-White), Hafifletme

Abstract

This theoretical review explores the evolution of Body-in-White (BIW) materials in automotive engineering from the 1980s to the present, focusing on their impact on vehicle weight. The timeline is divided into three key periods: 1980–2000, 2000–2020, and 2020–present. Initially reliant on mild steel, manufacturers progressively adopted Advanced High Strength Steels (AHSS), aluminum alloys, and composites to improve mass efficiency. Although these innovations enabled lighter structures, overall vehicle weight has been shaped by factors such as stricter safety standards, emissions regulations, and electric powertrain integration. As noted in [1], design optimizations and material advances—particularly in critical load paths—have yielded significant weight savings. The recent rise of electric vehicles has intensified lightweighting efforts, giving rise to concepts like structural battery packs that contribute structurally while housing energy systems. The study concludes that continued BIW material innovation is essential to balance vehicle performance, safety, and sustainability, offering insights into future lightweight design strategies.

Keywords: AHSS (Advanced High Strength Steels), Aluminum, BIW (Body-in-White), Lightweighting, Weight

INTRODUCTION

Reducing vehicle weight has long been recognized as an effective strategy to improve fuel efficiency, reduce emissions, and enhance performance. The Body-in-White (BIW) – the welded metal body structure of a vehicle before painting and outfitting – typically constitutes a significant portion of a car’s mass. Therefore, even modest weight savings in the BIW can yield disproportionate benefits in overall vehicle efficiency [1]. Since the 1980s, the automotive industry has faced growing pressure to optimize BIW designs in response to oil crises, stringent emission standards, and consumer demand for safer yet more fuel-efficient cars [2]. This drive has prompted a sweeping transformation in the materials and construction techniques used for BIW over the last forty years.

In the early 1980s, most passenger car bodies were made almost entirely of conventional mild steel, which is easy to form and weld but relatively heavy for the strength it provides. As fuel economy and environmental concerns gained prominence, manufacturers began exploring stronger and lighter materials to reduce BIW weight without compromising structural integrity or safety [3]. The evolution of BIW materials can be broadly divided into three periods: 1980–2000, 2000–2020, and 2020–present. Each period is characterized by the introduction of new materials and technologies that reflect the prevailing engineering challenges and regulatory context of the time.

This paper provides a historical and theoretical analysis of BIW material evolution across these three periods. It draws on industry reports, academic studies, and automaker case examples to examine how changes in material choices have affected vehicle weight over time. By analyzing developments from the initial adoption of high-strength steels in the late 20th century to the latest innovations in multi-material structures and integrated battery systems, the study illuminates the trade-offs and successes in automotive lightweighting. The findings not only chart the progression to date but also help anticipate future directions in BIW design and materials engineering.

METHOD

This study is conducted as a qualitative theoretical review of automotive body engineering literature and industry developments. A periodization approach is used to structure the analysis, dividing the timeline into three key eras (1980–2000, 2000–2020, and 2020–present) that correspond to significant shifts in BIW material usage. For each period, relevant technical papers, industry consortium reports, and manufacturer case studies were reviewed to identify prevalent materials, the motivations for their adoption, and their impact on vehicle mass. Key data points – such as typical material mix percentages, strength-to-weight improvements, and reported weight savings in production models – were extracted and are cited to provide evidence for the trends discussed. No new experimental data were generated; instead, the study synthesizes findings from existing research and industry practice.

In the 1980–2000 period, the review focuses on the gradual shift from mild steel to higher-strength steels and the initial use of light alloys in niche applications. For 2000–2020, sources were examined for the widespread implementation of Advanced High Strength Steels (AHSS), aluminum-intensive designs, and

the emergence of ultra-high-strength steels and composite materials. In the 2020–present period, attention is given to the latest developments reported in technical literature on electric vehicle platform design – including the introduction of structural battery packs and multi-material body architectures. By employing this structured temporal analysis, the method allows for a clear comparison of how each era’s material innovations contributed to BIW weight outcomes. Additionally, the study considers external factors (such as regulatory changes or market trends) in each period to contextualize the material decisions. The sources of information span multiple domains (materials science, mechanical engineering, automotive design) to ensure a comprehensive perspective.

FINDINGS

1980–2000: Introduction of High-Strength Steels and Early Light-Alloy Use

During the 1980s and 1990s, automotive manufacturers began transitioning away from exclusively using mild steel in the BIW to incorporating higher-strength steels. High-Strength Low-Alloy (HSLA) steels, which offered improved strength-to-weight ratios over mild steel, started to appear in critical load-bearing areas such as rocker panels and pillars [4]. By utilizing HSLA steel, engineers could decrease the thickness (gauge) of certain components while maintaining structural performance, thereby achieving modest weight savings in the BIW. For instance, replacing a mild-steel component with HSLA steel could reduce that component’s weight by around 15–25% [4]. Throughout the 1990s, galvanized and bake-hardenable steels were also introduced, which improved not only the strength of parts after forming and paint-baking processes but also corrosion resistance – extending vehicle longevity [5].

Despite these advances in steel technology, the overall reduction in vehicle weight during this period was relatively limited. Several factors counteracted material-related weight savings. First, the late 1980s and 1990s saw significant enhancements in vehicle safety features (such as the addition of airbags, anti-lock brakes, and side-impact protection), as well as comfort amenities, all of which added weight [6]. Second, consumer preferences shifted toward larger vehicle segments (for example, the rising popularity of SUVs and minivans in the 1990s), inherently increasing the average vehicle mass [7]. Consequently, while BIW materials improved in strength and enabled some lightweighting, many production vehicles did not become drastically lighter in absolute terms. Rather, manufacturers were able to incorporate new safety and convenience features without a proportionate weight penalty, thanks to the use of stronger steels and more efficient designs [6].

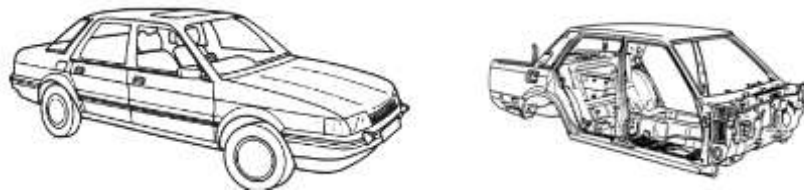


Figure 2 – Car Body from 1980’s [28]

Notably, the 1990s also marked the beginning of light-metal usage in mainstream automotive applications, albeit in a limited way. Aluminum, with about one-third the density of steel, was introduced for certain

components to cut weight. Early examples include aluminum hoods, decklids, or engine block components in some high-end or specialty models. A milestone in this era was the Audi A8 (introduced in 1994), which featured an all-aluminum spaceframe BIW and achieved roughly a 40% weight reduction in the body structure compared to a conventional steel design [8]. However, these early aluminum-intensive bodies were generally confined to luxury or performance vehicles due to higher material cost and the need for specialized manufacturing processes (e.g., dedicated casting, bonding and riveting techniques in place of conventional spot welding) [8]. Composite materials (such as carbon fiber reinforced polymers) also appeared in exotic sports cars in the 1990s, but these were not yet feasible for mass-market production due to their high cost and slower manufacturing cycle times [9].

Overall, the 1980–2000 era established a foundation for BIW material diversification. Conventional mild steel was no longer the sole option for body structures; engineers demonstrated that blending in higher-strength steels and even some aluminum could maintain or improve structural performance while managing weight. By the year 2000, an average car’s BIW typically contained a mix of mild steel and a growing fraction of HSLA or other high-strength steels, with a few pioneering models incorporating significant aluminum content. This set the stage for more aggressive lightweighting strategies in the decades that followed.

2000–2020: Widespread Adoption of AHSS, Aluminum, and Multi-Material Design

The first two decades of the 21st century saw a dramatic acceleration in BIW material innovation, driven largely by stricter environmental regulations (mandating lower vehicle CO₂ emissions and higher fuel economy) and heightened crash safety requirements. To meet these challenges, automakers increasingly turned to Advanced High Strength Steels (AHSS) as well as greater use of aluminum and other lightweight materials in the BIW [10].

AHSS – a class of steels that includes dual-phase (DP) steels, transformation-induced plasticity (TRIP) steels, martensitic steels, and others – became the backbone of modern steel body structures. Compared to traditional mild steel, AHSS grades can have tensile strengths two to three times higher, which allows substantial thickness reduction and weight savings without sacrificing crash energy absorption. By the mid-2000s, global industry consortiums like ULSAB (UltraLight Steel Auto Body) had demonstrated concept car bodies that achieved 20–25% BIW weight reduction using predominantly AHSS materials, relative to a 1990s baseline design [11]. Following such research, vehicle manufacturers rapidly increased the share of AHSS in new models. For example, it became common for a 2010s-era passenger car to have well over 40–50% of its BIW made from AHSS grades, whereas in 2000 this figure was near zero [12].

In parallel, the use of aluminum in automotive bodies moved from niche into the mainstream, especially in certain vehicle classes. Aluminum’s high strength-to-weight ratio made it attractive for closures (doors, hoods, trunk lids) and even for entire body structures in larger vehicles or luxury sedans. A watershed moment in mass production was the 2015 one of the famed pickup truck redesign, which switched to an aluminum-intensive body and chassis, shedding approximately 318 kg (700 lbs) from the truck’s total weight compared to its previous steel-bodied generation [13]. Throughout the 2000–2020 period, many manufacturers adopted a multi-material approach: critical crash load-bearing areas might use ultra-high-strength steel (for instance, hot-stamped boron steel in B-pillars and door rings), while other panels and substructures could be made of aluminum alloys or even plastics, each material chosen for its optimal

balance of weight and performance [14]. This strategy leverages each material's strengths in different parts of the BIW, optimizing the overall weight, rigidity, and safety characteristics of the vehicle.

New composite materials and manufacturing techniques also gained traction during this time. Carbon fiber reinforced polymer (CFRP), once limited to racing cars and ultra-expensive supercars, saw a breakthrough into limited mass-production with models like the one model (launched in 2013 with a carbon-fiber passenger cell) and another model (introduced in 2015, which used a "Carbon Core" incorporating CFRP strips in the roof pillars and tunnel) [15][16]. These applications demonstrated substantial weight savings. For instance, the mixed material strategy in the 2015 a car model achieved up to 130 kg reduction in body weight compared to a conventional design, while also enhancing chassis stiffness and crash performance [16]. However, composites remained relatively limited in broader use due to their high costs and typically slower production rates compared to metal stamping.

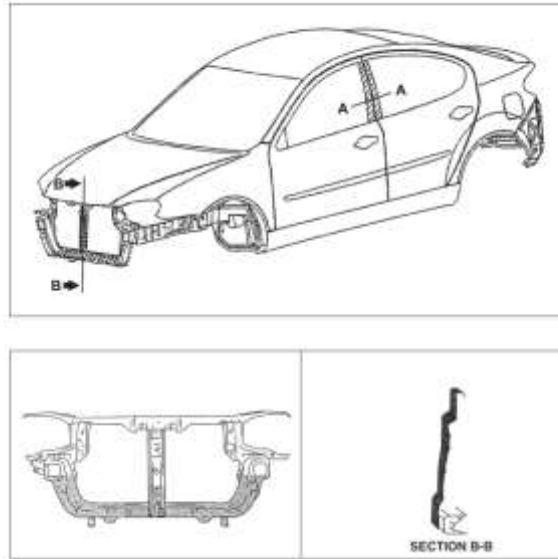


Figure 3 – Car Body from 2000s [28]

By 2020, a typical modern vehicle BIW was far more sophisticated in material composition than its late-20th-century predecessor. The material mix in many cars included multiple grades of steel (mild, high-strength, various AHSS, and press-hardened ultra-high-strength steel), a considerable proportion of aluminum (especially in closures and front/rear structures of premium models), and occasionally magnesium alloys or reinforced plastics for select components [14][17]. Advanced joining techniques (such as self-piercing rivets, structural adhesives, and laser welding) were increasingly employed to assemble these mixed-material structures. As a result, automakers could continue improving structural rigidity and crash safety while mitigating weight increases from added content. Studies in this period showed that despite vehicles becoming larger and incorporating more features, intelligent material selection and design optimization kept net weight growth to a minimum, and some vehicle models even achieved overall weight reductions compared to their predecessors [17].

2020–Present: Electrification, Structural Battery Packs, and Next-Generation Materials

The period from 2020 onward is characterized by the rapid expansion of electric vehicles (EVs) and further refinement of multi-material BIW designs. Electrification introduced a new paradigm for vehicle mass: while eliminating heavy internal-combustion powertrains can reduce some weight, the addition of large battery packs often substantially increases vehicle mass. This has made aggressive lightweighting of the BIW even more critical to improving driving range and efficiency in EVs [18]. In response, manufacturers and researchers are pioneering innovative approaches – notably the concept of the structural battery pack – and pushing the envelope of material science with the latest generation of lightweight metals and composites.

A structural battery pack refers to integrating the battery modules into the vehicle’s load-bearing structure, effectively making the battery an element of the chassis (or BIW) rather than a purely isolated unit. This innovation, which emerged in the early 2020s, can eliminate redundant structure and thus save weight. For example, OEM’s new vehicle platform design uses the battery pack as a stressed part of the floor, removing the need for certain underbody crossmembers and reducing overall mass [19]. Initial reports indicate that structural battery integration can trim BIW weight by a few percent and simultaneously improve overall vehicle rigidity due to the battery pack contributing to the structural support [19].



Figure 4 – BIW from 2020s [29]

In terms of materials, the 2020s continue the trend toward higher-performance steels and increased use of light alloys and composites. Third-generation AHSS and other advanced steel alloys are being introduced, offering superior combinations of strength and ductility (for instance, steel grades with tensile strengths above 1000 MPa that remain formable enough for complex shapes) [20]. These new steels allow further down-gauging (thinner sections) in areas like door rings and roof rails without compromising crashworthiness. Aluminum usage also remains high; in fact, the proliferation of EV platforms – which often rely on aluminum-intensive body structures to offset heavy battery packs – has solidified aluminum as a key BIW material for both premium and mass-market electric cars [21]. Magnesium, the lightest structural metal, has seen experimental use in components such as instrument panel supports or seat frames, though its broader application in BIW remains limited by cost and technical challenges (e.g., propensity to corrode and difficulties in welding or casting) [22].

Meanwhile, composite materials and novel fabrication techniques have become more prominent than ever. Automakers continue to experiment with carbon fiber, glass fiber, and even natural fiber composites for various body parts to further reduce weight. There is also active research into thermoplastic composites that can be molded rapidly, which could make high-volume production of certain composite BIW components feasible in the near future [23]. Additive manufacturing (3D printing) is beginning to influence prototype development and the fabrication of niche components, although it is not yet a factor in high-volume BIW manufacturing due to current limitations in throughput and cost [23].

Another major advancement in this era is the use of mega-castings – extremely large one-piece aluminum castings that form entire sections of the BIW (for example, a complete rear underbody structure) in a single part. Pioneered in production by one OEM around 2020, mega-castings replace dozens of smaller parts and welds with a single cast element, drastically simplifying assembly and potentially saving weight by eliminating overlapping joints and brackets [24]. This approach, when combined with multi-material design, represents the cutting edge of current BIW engineering.

By the mid-2020s, the state-of-the-art automotive BIW often employs a highly integrated multi-material strategy. A single vehicle body structure might concurrently utilize the most advanced steels, significant aluminum castings and stampings, select composite reinforcements, and even a structural battery pack – all orchestrated to meet stringent requirements for safety, performance, and efficiency [25]. The ongoing challenge is to bring these innovations into widespread use cost-effectively. Nevertheless, the developments of the 2020–present period indicate a clear trajectory toward ever lighter and stronger BIW constructions tailored for the era of electrification and sustainability.

CONCLUSION

Over the span from the 1980s to the present, the materials used in automotive body-in-white structures have undergone a profound transformation. Each era brought new technologies that incrementally improved the strength-to-weight ratio of vehicle bodies. In the 1980s and 1990s, the introduction of high-strength steels allowed manufacturers to contain weight growth even as safety and comfort features proliferated. The 2000s and 2010s then ushered in advanced high-strength steels and aluminum-intensive designs as mainstream solutions, enabling significant weight reductions in new models. Most recently, the 2020s have pushed the boundaries further with multi-material integration and novel concepts like structural battery packs to address the challenges posed by electrification.

A key finding of this review is that material innovation has been essential in balancing the continuous increase in vehicle content and size with the need to control mass. Without the adoption of stronger and lighter materials, today's vehicles – which include many more features and, in the case of EVs, heavy batteries – would be considerably heavier, negatively impacting efficiency and performance. Instead, thanks to the evolution of BIW materials, many modern vehicles are able to maintain or even reduce their weight relative to older models while vastly improving in safety and functionality [17].

However, each material advancement also comes with trade-offs. Cost, manufacturing complexity, and material supply constraints have influenced the pace of adoption. For instance, while aluminum and composites offer substantial weight benefits, their higher costs and specialized fabrication requirements have confined their use to strategic areas or higher-end vehicles. Likewise, ultra-high-strength steels often require new forming and joining methods. Going forward, the automotive industry must continue to address

these challenges – for example, by developing more cost-effective production techniques for new materials and ensuring that multi-material structures can be joined reliably and recycled at end-of-life [26].

The evolution of BIW materials from 1980 to today demonstrates a clear trajectory toward lighter, stronger, and more complex body structures. The impact on vehicle weight has been significant: material improvements have offset weight gains from other sources and have enabled new vehicle designs that meet ever-higher standards. As the sector progresses further into the electric age, sustained research and investment in material science and design innovation will remain critical. Future vehicles will likely build on the trends identified in this review, perhaps incorporating even smarter materials and greater functional integration to meet the twin objectives of performance and sustainability. The lessons learned over the past four decades provide a valuable roadmap for engineers and researchers working to develop the automotive body structures of the future.

REFERENCES

1. National Research Council. *Effectiveness and Impact of Corporate Average Fuel Economy (CAFE) Standards*. Washington, DC: National Academies Press, 2002.
2. European Commission. *Regulation (EC) No 443/2009: Setting Emission Performance Standards for New Passenger Cars*. Official Journal of the European Union, 2009.
3. Tanchan, M., & Avcı, A. (1990). Material considerations for weight reduction in automotive design. *SAE Technical Paper* 901905.
4. Davies, R. G. (1983). Development of high strength low alloy steels for the automotive industry. *Metallurgical Transactions A*, 14(2), 233–238.
5. Takahashi, M., & Murakami, K. (1998). Application of bake-hardenable steels in automotive bodies. *Nippon Steel Technical Report* (77), 6–13.
6. Khale, S., & Rojewski, D. (1999). Impact of new safety features on vehicle design and weight. *SAE Technical Paper* 1999-01-0892.
7. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). *Light-Duty Automotive Technology, Carbon Dioxide Emissions, and Fuel Economy Trends: 1975–2001*. Report EPA420-R-01-008, 2001.
8. Aluminium Association. *Case Study: Audi Space Frame Technology*. Aluminium in Transportation Series, 1997.
9. Mackay, D. (2000). Carbon fibre composites in high-performance vehicles. *Journal of Materials Engineering*, 22(4), 211–216.
10. International Council on Clean Transportation (ICCT). *Global Passenger Vehicle Standards, 2000–2015*. ICCT Report, 2016.
11. UltraLight Steel Auto Body (ULSAB) Consortium. *ULSAB Final Report*. International Iron & Steel Institute, Brussels, 1998.

12. WorldAutoSteel. *Advanced High-Strength Steels Application Guidelines, Version 5.0*. WorldAutoSteel Technical Report, 2014.
13. Ford Motor Company. *Press Release: 2015 Ford F-150 – Built Ford Tough with New Aluminum Body*, Jan. 13, 2014.
14. Smith, J., & Sankaran, J. (2012). Multi-material design optimization for automotive body structures. *SAE Int. Journal of Materials and Manufacturing*, 5(2), 414–421.
15. BMW Group. *Press Release: The BMW i3 – Revolutionary Carbon Fiber Construction*, July 29, 2013.
16. BMW Group. *Press Release: Carbon Core Technology in the New BMW 7 Series*, June 10, 2015.
17. Lotus Engineering Inc. *An Assessment of Mass Reduction Opportunities for a 2017–2020 Model Year Vehicle Program*. Report to California Air Resources Board, 2010.
18. Wu, X., & Dong, J. (2020). Weight analysis of electric vs. conventional vehicles. *Journal of Energy Storage*, 32, 101833.
19. Tesla, Inc. *Tesla Battery Day 2020 – Vehicle Engineering Segment*. Palo Alto, CA, Sept 22, 2020.
20. WorldAutoSteel. *AHSS Application Guidelines: 3rd Generation Steels*. WorldAutoSteel Publication, 2021.
21. DuckerFrontier. *Aluminum Content in North American Light Vehicles – 2020 to 2030*. Aluminum Association Report, 2020.
22. Cole, G. S., & Sherman, A. M. (2012). Lightweight materials for automotive applications: an overview. *Materials & Manufacturing Processes*, 27(9), 1123–1131.
23. Fernández, J., & Úbeda, S. (2021). Emerging composites and additive manufacturing techniques in car body engineering. *Composite Structures*, 267, 113876.
24. Peters, S. (2021). Megacasting for automotive structures. *Die Casting Engineer*, 65(6), 14-18.
26. Lee, B., & Park, J. (2022). Designing multi-material electric vehicle bodies: strategies and case studies. *SAE Technical Paper* 2022-01-1145.
27. European Commission. *Directive 2000/53/EC on End-of-Life Vehicles and Vehicle Recycling*. Official Journal of the European Union, 2000.
28. Reimpell, J., Stoll, H., & Betzler, J. W. (2001). *The automotive chassis: Engineering principles* (2nd ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann. Retrieved from <https://booksite.elsevier.com/samplechapters/9780750667531/9780750667531.pdf>

29. SACHA Engineering. (n.d.). *Body-in-white and closures*. Retrieved May 6, 2025, from <https://sacha.engineering/competencies/body-in-white-and-closures/>

Window Lifter Systems in Automotive Industry

İbrahim Sina KIZMAZ

E-mail: ibrahim.sinakizmaz@tofas.com.tr ; TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., Bursa / Türkiye.

Abstract

Window lifter systems have been one of the key components of vehicle doors as both functional and comfort-related purposes. Driver and passengers feel comfort, safety and user-friendly experience to control airflow and access through the side windows. First designed as manually operated mechanisms with gears and cranks, have become the electrically driven solutions that offer better convenience and improved functionality.

Today's window lifter systems often include features such as one-touch up and down operation, anti-pinch safety mechanisms, and integration with central locking or body control modules. These developments have been driven by user expectations, regulatory requirements, and advancements in automotive electronics. These systems' designs are also improving as vehicles become more intelligent and user-centered e.g., noise reduction, durability, and lightness, etc.

This paper presents an overview of the design, classification, and working principles of automotive window lifter systems. Furthermore, it discusses the current trends in the industry, including lightweight design approaches, enhanced safety features, and the role of these systems in the development of smart and connected vehicles.

Keywords: Automotive, Vehicle Doors, Window Lifters, User Comfort

1. Introduction

Window lifter systems are critical components of modern automotive door modules, serving both functional and comfort-related purposes. From their initial mechanical versions operated by hand cranks to today's fully automated, electronically controlled systems, window lifters have undergone significant evolution in terms of design, safety, and integration.

Originally introduced as a luxury feature, electrically powered window lifters have now become a standard in almost all passenger vehicles. Their development reflects broader trends in the automotive industry, including increased user comfort, enhanced safety, and system integration through advanced body control modules.

These systems are no longer simple mechanisms responsible only for raising or lowering glass panes. Today, they are required to meet strict safety regulations, offer intelligent control options, and ensure seamless operation under a wide range of environmental conditions. Additionally, features such as automatic one-touch operation, anti-pinch functionality, and integration with vehicle body control modules (BCMs) have further expanded their complexity and importance.

Understanding the historical evolution, classifications, working principles, key components, and future trends of window lifter systems provides valuable insight into their role within the modern automotive ecosystem.

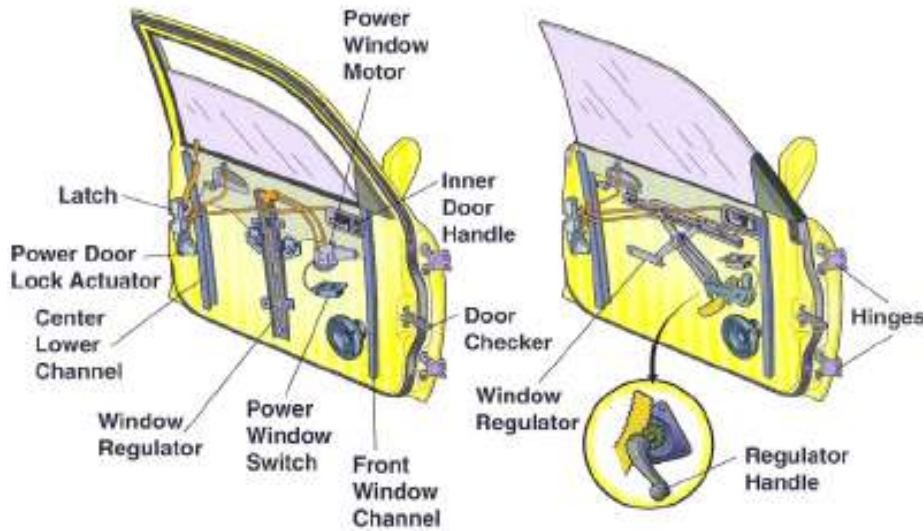


Figure 1. Electrical and mechanical window lifter systems

2. Historical Development, Types and Technical Structure

2.1. Historical Background

The evolution of window lifter systems reflects the automotive industry's broader shift from purely mechanical to electronically controlled solutions. From 1920s to 1950s, window systems were fully manual, operated by a hand crank connected to a scissor-type mechanism. These systems were simple mechanisms that translated rotary motion into vertical glass movement. In 1960s, electrically powered window lifters began to appear in premium vehicles. These early systems consisted of a DC motor, a gearbox, and a mechanical regulator. The transition marked the first major comfort upgrade in vehicle interior design. After 1990s to present time, electrically operated systems became standard in most passenger cars. Microcontroller integration allowed features such as one-touch operation, anti-pinch protection, and memory functions to be implemented.

2.2. Types and Operating Principles

2.2.1. Manual Window Lifter Systems

Manual systems use a crank that mechanically drives a regulator. The most common configuration is the scissor-type mechanism, in which a pair of crossed metal arms (like scissors) are expanded or contracted to move the window. These mechanisms had simple design and no electrical components. They were durable but needed so much effort from the user.



Figure 2. Scissor-type mechanical window lifter system

2.2.2. Electric Window Lifter Systems

Electric window lifters use a small DC motor to drive the regulator mechanism. General operating principle is that the user presses switch, the signal reaches the motor via control unit, motor actuates the regulator, window moves up/down along the guide rail, limit switches or torque feedback determines stop point.

Depending on the design, the regulator can operate in several forms:

- **Scissor-type (electric version):** Same principle as manual, but driven by a motor. It was used in earlier times of the electrical window lifter systems.
- **Single Rail Bowden-type:** A flexible Bowden cable transmits motor motion to the window clamp. It has one rail that carries the window. It is the next version as electrical window lifter systems.
- **Double Rail Bowden-type:** Due to the size and the weight of the window, double rail window lifter systems are used.
- **Carrier type:** For weight reduction purposes carrier module could be used and window lifter system could be integrated to this part.



Figure 3. Scissor-type electrical window lifter system



Figure 4. Single rail window system



Figure 5. Double rail window system

3. Important Functions

Modern window lifter systems are not solely designed to move glass up and down; they are also responsible for ensuring user safety, improving comfort, and enabling intelligent vehicle interactions. Several critical functions have become standard or optional features in today's systems.

3.1. Anti-Pinch Protection

One of the most important safety functions is anti-pinch protection, which prevents injuries or damage when an object or body part is caught between the window and the door frame.

Working Principle:

- The system monitors either the motor current, motor speed, or motor torque during window closing.
- If a sudden increase in resistance is detected (indicating an obstruction), the system immediately reverses the window to avoid trapping.



Figure 6. Window pinch demonstration

3.2. One-Touch Up/Down Operation

In one-touch systems, a single press of the window switch fully opens or closes the window without the need for continuous button holding.

Key Characteristics:

- Improves user comfort and convenience.
- Requires precise position detection and limit control.
- Integrated with anti-pinch for safety during automatic closing.

3.3. Synchronization in Frameless Doors

In premium vehicles with frameless doors (e.g., coupes, convertibles), window lifters are synchronized with door latches. The window slightly lowers when the door is opened to prevent a bending in window and raises again after closing to ensure a proper seal.

Function Flow:

1. Door handle pull detected.
2. Window lowers by ~10 mm to release pressure.
3. After door closure, window raises back into the sealing position.

This synchronization requires fast response and precise control to avoid damaging the window or seal.

3.4. Integration with Body Systems

Modern window lifters are integrated into broader vehicle networks (e.g., via CAN or LIN bus), allowing:

- **Remote Window Operation:** Open or close windows remotely via the key fob.
- **Sunroof and Climate Integration:** Automatic window lowering for cabin ventilation.
- **Security Functions:** Automatic window closing when the vehicle is locked and lock window control when the door is open.

4. Future Trends in Window Lifter Systems

As vehicles continue to evolve towards electrification, autonomy, and enhanced user experience, window lifter systems are also undergoing significant innovation. Several future trends can already be observed:

4.1. Smart Glass Integration

Advancements in smart glass technology allow windows to adjust their tint, transparency, or thermal properties dynamically. Future window lifters may not only move the glass but also manage its electronic behavior via communication with smart coatings.

- Electrochromic, SPD (Suspended Particle Device), and liquid crystal technologies are being integrated into automotive windows.
- Window lifter systems will require additional control lines and smarter ECUs to handle glass state management.



Figure 7. Variable window transparency

4.2. Haptic and Touchless Controls

Traditional switches may be replaced with haptic feedback surfaces or gesture-based controls, where the user moves their hand near a sensor or lightly taps a panel to operate the window.

- Capacitive sensing and gesture recognition technologies are already being piloted in premium models.
- Window lift systems will require high-speed communication with door electronics and secure authentication to prevent accidental activations.

4.3. Lightweight and Modular Designs

To meet stricter emission regulations and efficiency goals, manufacturers are increasingly focusing on weight reduction. This impacts window lifters as well:

- New materials like reinforced polymers and lightweight alloys are replacing traditional steel parts.
- Bowden systems are being optimized for weight and package space, leading to modular, pre-assembled door modules called carriers.



Figure 8. Carrier-type window lifter system

5. Discussion and Conclusion

Window lifter systems, once perceived as simple mechanical conveniences, have evolved into highly sophisticated mechatronic subsystems in modern vehicles. Their development trajectory mirrors the automotive industry's broader transition towards electrification, enhanced safety, and intelligent system integration.

Today's window lifters go far beyond basic up-and-down movement; they incorporate critical safety mechanisms, comfort-enhancing features, and seamless communication with body control networks. Their reliability, responsiveness, and adaptability directly impact user satisfaction and vehicle quality perception. From a design perspective, the increasing integration of sensors, lightweight materials, and electronic intelligence presents both opportunities and challenges. Engineers must balance cost, durability, performance, and regulatory compliance while delivering new functionalities like anti-pinch protection, one-touch operation, and predictive diagnostics.

Looking ahead, future innovations such as smart glass management, haptic and gesture-based controls, and modular lightweight designs will further elevate the complexity and importance of window lifter systems. Their role will expand from passive convenience features to active participants in the broader user experience and vehicle efficiency strategies.

Understanding the historical evolution, working principles, and future trends of window lifter systems is critical for automotive engineers aiming to contribute to next-generation mobility solutions.

REFERENCES

- A design of window lifter system based on current detection.* (2019, November 1). IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8996918>
- Fenelon, P., & Individual. (2003, March 27). *US20050160675A1 - Window lift mechanism* - Google Patents. <https://patents.google.com/patent/US20050160675A1/en>
- Kalb, R., Held, J., & Kg, B. F. S. a. C. (2003, October 22). *US7449855B2 - Window lifter, controlling device for a window lifter and method for the control of a window lifter* - Google Patents. <https://patents.google.com/patent/US7449855B2/en>
- Kim, S., Park, D. C., Jo, H., Sung, W., & Kang, Y. J. (2014). The development and application of Sound Quality Index for the improving luxury sound quality of road vehicle Power Window system. *Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering*, 24(2), 108–116. <https://doi.org/10.5050/ksnve.2013.24.2.108>
- Mandza, Y. S. (2020). Automobile Window Regulator Paper. www.academia.edu/42129834/Automobile_Window_Regulator_Paper
- Xu, Y., Li, Y., & Li, C. (2021). Electric window regulator based on intelligent control. *Journal of Artificial Intelligence and Technology*. <https://doi.org/10.37965/jait.2020.0045>

Next-Generation Sheet Technologies in Automotive Body Engineering: Insights from Tailor Welded, Tailor Rolled, and Patchwork Blanks

Yağız SELÇUK¹, Enes CEBE²

¹E-mail: yagiz.selcuk@tofas.com.tr TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. R&D Center Bursa/ Türkiye.

²E-mail: enes.cebe@tofas.com.tr TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. R&D Center Bursa/ Türkiye.

Özet

Bu bildiri, otomotiv endüstrisinde hafif ve güvenli gövde yapıları üretmek amacıyla geliştirilen üç farklı sac teknolojisini incelemektedir: Tailor Welded Blank (TWB), Tailor Rolled Blank (TRB) ve Patchwork Blank (PWB). Literatür araştırmasına dayalı olarak hazırlanan çalışmada, bu teknolojilerin üretim süreçleri, mekanik performansları, maliyet ve çarpışma güvenliği açısından avantajları karşılaştırılmıştır.

TWB, farklı özellikteki sacların kaynakla birleştirilmesini sağlarken; TRB, haddeleme sırasında değişken kalınlık sunar ve yapısal süreklilik sağlar. PWB ise belirli bölgelerde uygulanan yama sacları ile lokal güçlendirme imkânı sunar. Farklı üretici uygulamaları, firma isimleri gizli tutularak üstü kapalı şekilde değerlendirilmiştir. Sonuçlar, her yöntemin özgün avantajlar sunduğunu ve birlikte kullanıldıklarında daha etkin çözümler sağladığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Hafif yapı, Mekanik performans, Otomotiv gövdesi, Patchwork Blank, Tailor Rolled Blank, Tailor Welded Blank, Üretim teknolojisi

Abstract

This paper investigates three advanced sheet metal technologies developed to achieve lightweight and crashworthy automotive body structures: **Tailor Welded Blank (TWB)**, **Tailor Rolled Blank (TRB)**, and **Patchwork Blank (PWB)**. Based on an extensive literature review, the study compares these methods in terms of their production processes, mechanical performance, cost-effectiveness, and crash safety.

TWB allows the joining of sheets with different properties via welding; TRB provides continuous thickness variation through controlled rolling; and PWB enables local reinforcements using additional patch sheets. Various OEM applications are discussed using anonymized labels to maintain confidentiality. Findings suggest that each method offers unique benefits, and their combined use can yield more effective solutions for structural optimization.

Keywords: Lightweight structure, Mechanical performance, Automotive body, Patchwork Blank, Tailor Rolled Blank, Tailor Welded Blank, Manufacturing technology

INTRODUCTION

In the automotive industry, balancing weight reduction and crash safety has become a critical engineering target. Designing lighter vehicles improves fuel economy and increases range in electric

vehicles; however, it is equally necessary to meet structural strength and crashworthiness requirements. To achieve this, “tailored blanks” technologies were developed, based on optimizing sheet metals to have different thicknesses, strengths, or properties in specific regions [1]. In the literature, four main tailored sheet concepts have been defined: (1) Tailor Welded Blanks (TWB), where different sheets are welded together, (2) Patchwork Blanks (PWB), where a patch sheet is locally attached to the main sheet to increase thickness, (3) Tailor Rolled Blanks (TRB), where the sheet thickness varies continuously during rolling, and (4) Tailor Heat Treated Blanks, where local mechanical properties are modified through heat treatment [1].

Tailor Welded Blanks (TWB) allow different sheets with varying thicknesses, strengths, or coatings to be combined into a single sheet and formed together. The TWB technique became widespread in the 1990s, particularly in projects like the Ultra Light Steel Auto Body (ULSAB), to reduce body weight [2]. Tailor Rolled Blanks (TRB) rely on dynamically controlling roller gaps during rolling to create varying thickness regions on the same sheet and entered mass production in the early 2000s [3][4]. Patchwork Blank (PWB) technology was also developed around the 2000s, based on attaching a secondary sheet to a specific area of the main sheet with spot welding and forming them together [5].

In this paper, the production processes of TWB, TRB, and PWB technologies will be detailed, followed by a comparative evaluation based on mechanical performance, weight/cost optimization, and crash safety criteria. Additionally, examples from different OEM applications (without naming companies) will be discussed to highlight real-world reflections of theoretical findings.

METHOD

The methodology adopted in this study involves a two-step approach: firstly, a technical examination of the three selected technologies—TWB, TRB, and PWB—and secondly, a comparison based on reported performance indicators found in the literature.

This section initially explains the production processes and fundamental principles of each technology.

Tailor Welded Blanks (TWB) Production Process

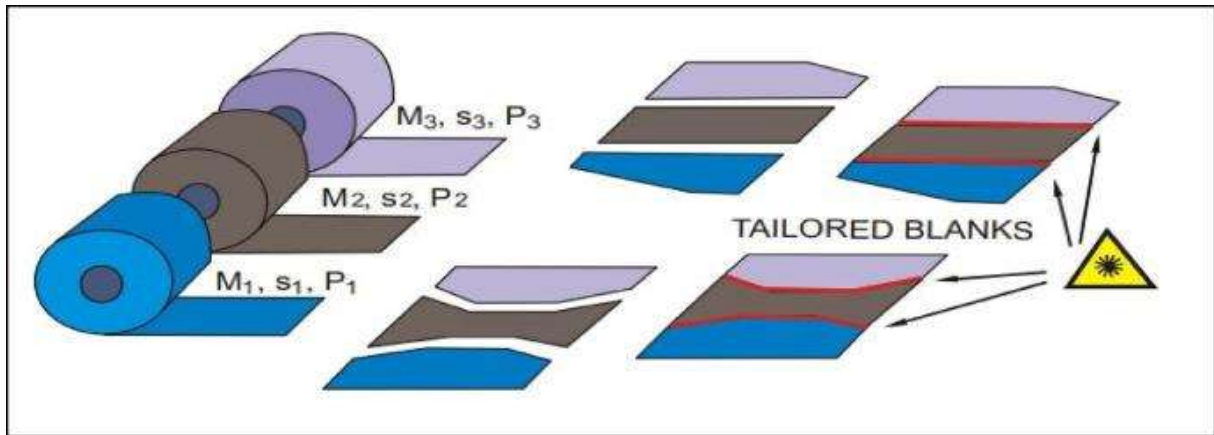


Figure 1 TWB Process [9]

Tailor Welded Blanks are formed by joining two or more individual sheet pieces edge-to-edge into a single plate. The joined sheets may vary in thickness, steel grade, or coating properties, enabling a composite sheet that provides higher strength or thickness only where needed, while reducing material use elsewhere [6].

The most common method for TWB production is laser welding, which fuses the sheets with precision, creating a narrow heat-affected zone (HAZ) [2]. Laser welding provides a clean seam without overlap, thus preventing corrosion risks and maintaining crash energy flow without interruption [2].

Although the weld seam can be straight, laser technology also allows for complex curved seams [2]. Other welding methods, such as mash seam welding, have been reported, but laser welding remains dominant for automotive sheets due to minimal overlap and smaller HAZ [6].

The resulting TWB acts as a single sheet during forming processes. For example, door inner panels can be manufactured with thicker materials around hinge zones and thinner ones elsewhere, reducing weight and maintaining strength.

Today, TWB technology has become a standard lightweighting method in automotive manufacturing by reducing the number of parts and subsequent assembly operations [2].

Tailor Rolled Blanks (TRB) Production Process

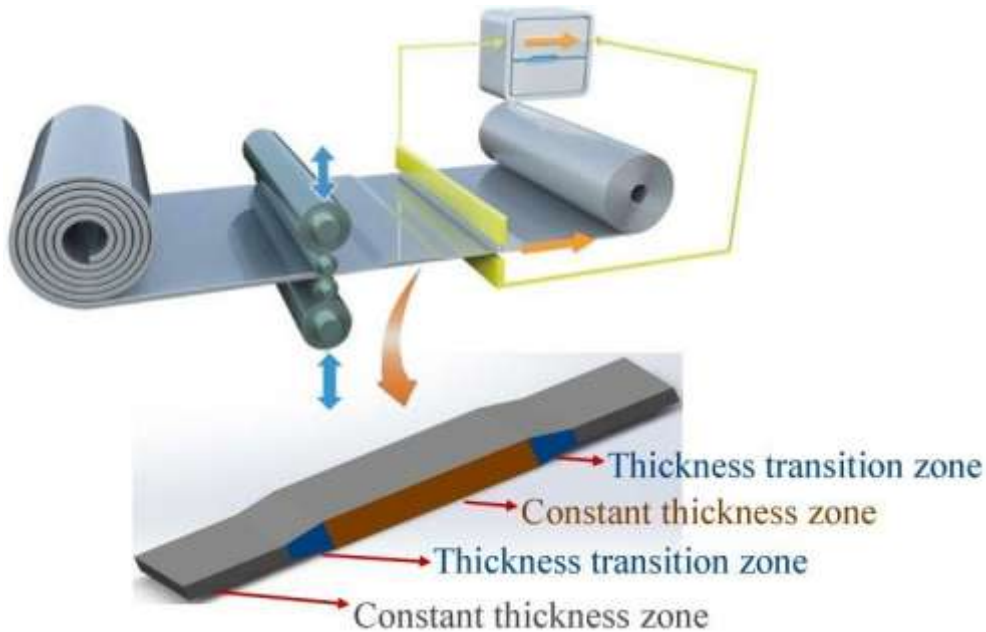


Figure 2. A schematic of TRB technology [10]

Tailor Rolled Blanks are produced by varying the sheet thickness longitudinally during the rolling process. This "flexible rolling" technique adjusts the roller gap dynamically to create smooth thickness transitions along the sheet [4]. The transitions are continuous and gradient, avoiding sudden steps in thickness and maintaining uniform deformation during forming [4].

Typically, TRBs are manufactured as coils and cut to the required dimensions before pressing. Advanced measurement and closed-loop control systems are employed to maintain precise thickness tolerances [4]. TRB technology offers the advantage that the material remains a single continuous sheet without weld seams. Thus, cost per transition zone does not significantly increase, allowing multiple optimized regions within a single blank [7]. Initially developed in Germany, TRB entered mass production in the mid-2000s [4]. Leading suppliers report supplying TRBs to almost all vehicle segments, supporting cold stamping, hot stamping, and even roll forming applications [4][6]. TRBs maintain uninterrupted material integrity and smooth transitions, minimizing stress concentrations during forming. However, logistics require TRB blanks to be fed individually to press lines, contrasting with traditional coil-fed systems [7].

Patchwork Blanks (PWB) Production Process

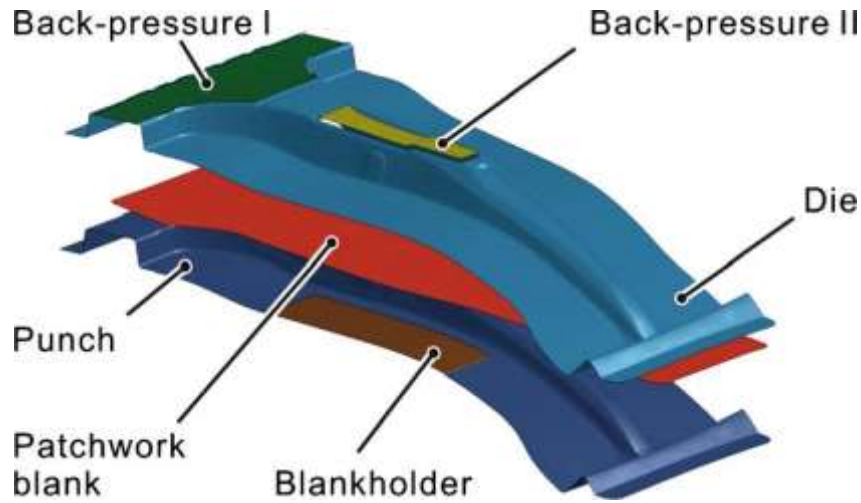


Figure 3.PWB Process [11]

Patchwork Blanks involve adding a secondary sheet patch onto a specific area of a main sheet. The two sheets are overlapped in flat form and spot welded before forming [6].

This pre-joined blank is then formed together in a single press operation, eliminating the need for separate reinforcement parts and secondary joining steps [5].

PWB can be applied both in cold and hot stamping. In hot stamping, patch and main sheets are heated and formed together, with the spot welds annealed during the process [3]. This method is particularly advantageous for localized reinforcement in areas such as A-pillars, B-pillars, and chassis rails [3]. Critical design considerations for PWB include the number and arrangement of spot welds to prevent slippage during forming. Optimization is crucial to avoid rupture or thinning around weld spots during deformation [3].

When properly designed, PWBs provide an efficient method to locally reinforce complex geometries without introducing significant weight [6].

FINDINGS

Comparison of Mechanical Performance

The mechanical performance of TWB, TRB, and PWB applications shows significant differences in terms of formability, strength distribution, and structural integrity.

From a formability perspective, TRB technology offers a notable advantage: the continuous and gradual thickness transitions ensure that no sharp deformation gradients occur during forming. As there are no welded seams, every point in the material retains the original base material properties, without localized softening or hardening caused by heat effects [7].

TRBs have shown excellent drawability even in complex-shaped parts. For example, in a compact vehicle's B-pillar produced by a OEM, eight different thickness zones were created within a single TRB blank, ensuring tailored deformation resistance across the part [3].

In contrast, the most critical factor affecting TWB mechanical performance is the weld seam properties. Laser welding typically creates a narrow HAZ, but depending on material grades, microstructural changes may occur, such as softening in Dual Phase steels or embrittlement due to carbide precipitation [6].

Proper design ensures that the weld seam is placed in low-stress regions during forming. Advanced simulation techniques are used to predict the material flow around the seam [8].

Studies have shown that TWBs can achieve comparable formability to single-piece blanks if welds are properly managed, though local reductions in forming limits may occur around the seam [8][2].

The added patch creates local thickness increases, making the area stiffer compared to the surrounding thinner sheet. Thus, patch geometry and spot weld layout must be carefully optimized to prevent excessive stress concentrations [3].

Experimental studies have shown that improper patch design can cause thinning or rupture near welds during hot stamping [3]. When properly executed, PWB parts behave as integrated reinforcements, enhancing local stiffness and crashworthiness [6].

Overall, TRB provides the most uniform and seamless mechanical behavior, TWB offers multi-material flexibility with careful seam management, and PWB enables practical localized reinforcement when properly engineered.

Weight and Cost Optimization

All three examined technologies—TWB, TRB, and PWB—were fundamentally developed to achieve weight reduction, and when applied properly, they significantly decrease the overall vehicle weight.

The primary advantage of using tailored blanks is summarized as "not carrying unnecessary weight" [6].

In contrast, by using TWB, TRB, or PWB, reinforcement is added only where necessary, reducing the overall material volume.

Studies have reported that using tailored blanks can achieve more than 20% weight savings at the component level [4].

For example, Mubea reports that by applying TRB technology, a weight reduction of 20–30% per component can be achieved, and integrating multiple parts can lead to even greater savings at the vehicle body level [4].

Similarly, in the ULSAB project, using various TWB parts contributed to up to 25% body weight reduction while maintaining structural performance [6].

TRB technology particularly stands out for weight optimization because it allows material to be "placed where needed and only as much as needed" within a single sheet.

One of the OEM achieved approximately 15% weight savings by designing a B-pillar with thicker areas at the top and base for strength, and thinner sections in the middle [3].

This gradient structure optimizes the part by varying thickness continuously. PWB technology follows a similar approach but is typically used for small localized reinforcements.

TWB initially appears to add cost due to the laser welding operation. However, this additional step is offset by the simplification of the production process—eliminating separate reinforcements and reducing assembly operations [2]. Moreover, TWBs allow for the elimination of overlap flanges and sealing steps, further saving material and labor [2].

TRB production requires specialized flexible rolling lines, which involve higher initial investment.

However, for high-volume production, the unit cost becomes competitive, especially when TRB design replaces multiple parts and joining operations [4]. Mubea has reported system-wide cost reductions thanks to TRB applications that eliminate additional welding and logistics steps [4]. PWB technology offers a lower-cost alternative since it does not require laser welding equipment. Spot welding the patch is cheaper and often uses existing facilities [6].

Additionally, patches can be cut from scrap material of the main sheet, improving material utilization. However, PWB may require extra positioning steps during production, and if not optimized, could slow down manufacturing [5]. Nevertheless, especially for small-scale applications or engineering changes in existing designs, PWB can provide significant cost savings.

Crashworthiness Evaluation

Crashworthiness in automotive body engineering concerns both structural resistance (intrusion prevention) and energy absorption capability. The technologies examined offer different strategies to enhance crash performance in critical vehicle regions. TWB applications enable optimization of regional energy management by combining materials with different strength grades within a single part. For example, in a door ring structure developed by a OEM, the lower sections were made from softer (lower yield strength) steels while the upper sections used ultra-high strength steels, all laser-welded together [6]. In side impact scenarios, the lower section absorbs energy through controlled deformation, while the upper section maintains cabin integrity. This TWB door ring design achieved superior NCAP side impact test results

compared to conventional designs without adding weight [6]. Similarly, many manufacturers use TWB B-pillars combining softer and harder materials to create structures that deform predictably in crashes [2].

TRB technology offers another crash safety advantage: the absence of weld seams ensures a continuous load path during a crash. TRBs, being seamless, allow stress waves to propagate uniformly during impact [4]. For example, a TRB-designed front rail displayed a smoother stress distribution and staged folding during crash tests, preventing localized buckling [4]. Moreover, TRB parts can be designed with region-specific thicknesses optimized via crash simulations, enabling tailored deformation behavior across the structure [3]. One of the OEM's TRB B-pillar design incorporated thick sections near the shoulder area to resist side intrusion while allowing controlled buckling at the base [3].

PWB technology contributes to crashworthiness by enabling localized reinforcement without significantly increasing weight. For instance, one of the OEM's reinforced the roof-side frame junction (upper A-pillar) with a patch, improving rollover performance without redesigning the entire platform. This patch application allowed the vehicle to meet FMVSS 216a rollover standards [3]. Similarly, adding patches at the lower B-pillar joints enhanced connection strength during side impacts [3]. Research indicates that properly designed PWB parts maintain structural integrity during crashes and successfully serve in critical regions such as pillars and beltline reinforcements [3]. However, PWB crash performance depends heavily on the integrity of spot welds. If spot welds fail during impact, the patch could detach, reducing its effectiveness [3].

Therefore, in safety-critical applications, patches are often fully integrated through additional welding steps after forming [2]. In terms of corrosion and fatigue resistance, TRB structures offer the advantage of no weld seams, reducing galvanic corrosion risks [4]. In contrast, TWBs require careful management of coatings and material pairings to ensure durability [2]. Properly protected TWB welds can maintain long-term structural integrity. Overall, tailored structures like TWB and TRB provide improved fatigue life compared to traditional overlap designs, supporting better long-term crash performance [2].

In conclusion, the best crash safety outcomes often arise from combining these technologies appropriately—using TRB in front structures, TWB in side structures, and PWB for localized reinforcements to maximize safety without unnecessary weight increase.

CONCLUSION AND DISCUSSION

This study investigated the production processes and performance characteristics of Tailor Welded Blank (TWB), Tailor Rolled Blank (TRB), and Patchwork Blank (PWB) technologies used in automotive lightweight and high-strength applications, based on a comprehensive literature review.

The findings indicate that each technology has distinct advantages and limitations, making the correct selection of application areas critically important. TWB technology, thanks to its flexibility in combining different materials and thicknesses within a single part, has become the most widely applied method in the industry. It is particularly effective in door inner panels, pillars, and chassis components, offering significant weight savings while maintaining crash performance. The main challenges of TWB include managing material behavior around the weld seam and the need for additional laser welding steps.

However, at high production volumes, the benefits of reduced part count and simplified assembly processes generally outweigh these costs [2]. TWB technology is also expanding into aluminum sheet welding and multi-material structures, opening new opportunities. TRB technology stands out for its ability to optimize sheet thickness without disrupting material continuity. TRB parts offer superior mechanical uniformity, making them ideal for critical load-carrying structures and crash-relevant regions. While the need for specialized rolling equipment and the limitation to a single material type are notable constraints, the benefits in fatigue performance, corrosion resistance, and dimensional accuracy make TRB an attractive solution, especially in high-volume production [4].

Although PWB technology has a more niche application scope compared to TWB and TRB, it provides significant practical advantages. It allows local reinforcements without needing new tooling or major design changes, making it particularly useful for small-area strength improvements and late-stage engineering modifications. If properly designed, PWB parts perform reliably in crash scenarios, although attention must be paid to spot weld integrity [6]. PWB applications in hot-stamped components have shown promising results, and wider adoption is expected in the future [3].

In summary, TWB, TRB, and PWB technologies complement each other. The best lightweight and safety outcomes are often achieved by combining these approaches appropriately. For instance, a vehicle's B-pillar might use TRB for thickness optimization, PWB for localized reinforcement at mounting points, and TWB for integrating different material strengths in door frames.

Future developments will likely involve new tailored approaches such as tailored heat-treated blanks, which introduce property variations within the same sheet through localized heat treatment, offering further design flexibility.

Ultimately, tailored blank technologies play a key role in enabling lighter, safer, and more cost-efficient automotive body structures. Engineers must understand each method's capabilities and limitations to select or combine them optimally for their design challenges. By doing so, it will be possible to meet future regulations while offering consumers safe and efficient vehicles.

REFERENCES

- [1] American Iron and Steel Institute (AISI). (2017). AHSS Application Guidelines, Version 6.0. Washington, DC: AISI. (WorldAutoSteel AHSS Insights çevrimiçi kılavuzundan alınmıştır)
- [2] I-CAR (Inter-Industry Conference on Auto Collision Repair). (2005). Tailor welded blanks. I-CAR Advantage Online teknik bülteni (Ocak 2005). Erişim adresi: <https://i-car.co.nz/wp-content/uploads/2018/10/Tailor-Welded-Blanks-janFeb2005-compressed.pdf>
- [3] Li, W., Zhang, Z., Jia, H., & Ren, M. (2023). The optimization of welding spots' arrangement in A-pillar patchwork blank hot stamping. *Metals*, 13(8), 1409. <https://doi.org/10.3390/met13081409>
- [4] Merklein, M., Johannes, M., Lechner, M., & Kuppert, A. (2014). A review on tailored blanks – Production, applications and evaluation. *Journal of Materials Processing Technology*, 214(2), 151–164. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2013.08.015>

- [5] Mubea. (2020). Tailor Rolled Products – Flexible Lightweight Construction Technology for Automotive Engineering. (Çevrimiçi kaynak) Erişim adresi: <https://www.mubea.com/en/tailor-rolled-products>
- [6] Petitjean, P.-D., Lescart, J.-C., Sener, J.-Y., & Delfanne, S. (2001). Patchworks: From design to manufacture. *Revue de Métallurgie*, 98(10), 911–926. <https://doi.org/10.1051/metal:2001138>
- [7] Smitty. (2012, 6 Kasım). B-pillar ‘tailor rolled’ to 8 different thicknesses. Boron Extrication (web blog). Erişim adresi: <https://www.boronextrication.com/2012/11/06/b-pillar-tailor-rolled-to-8-different-thicknesses/>
- [8] WorldAutoSteel. (2021). Tailored Products – AHSS Insights Online Database. Advanced High-Strength Steel Application Guidelines V6.0. Erişim adresi: <https://ahssinsights.org/forming/tailored-products/tailored-products/>
- [9] Wang, J., Chen, L., Liu, X., Wang, Y., Zhao, J., & Wang, H. (2022). Multi-objective lightweight design of a body-in-white for electric vehicles based on integrated global and local metamodels. *Journal of Advanced Research*, 42, 199–212. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2022.11.011>
- [10] Xu, F. X., Zhang, X., & Zhang, H. (2018). A review on functionally graded structures and materials for energy absorption. *Engineering Structures*, 171, 309–325.
- [11] Li, Z., & Wang, Z. (2017). Numerical analysis and design of functionally graded foam-filled thin-walled tubes under axial compression. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 91(5–8), 2119–2132. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0351-9>

Araç Dış Aydınlatmalarında Antifog Kaplama Prosesi Antifog Coating Process in Automotive Exterior Lighting

Emel ÖZKAN¹, İrem KARACA², Ömer Fatih KARA³

¹emel.ozkan@partner.tofas.com.tr; Tasarım Uzmanı, TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A. Ş. ArGe Merkezi, Bursa / Türkiye.

²irem.karaca@tofas.com.tr; Tasarım Uzmanı, TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A. Ş. ArGe Merkezi, Bursa / Türkiye.

³omer.fatihkara57617@tofas.com.tr; Tasarım Uzmanı, TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A. Ş. ArGe Merkezi, Bursa / Türkiye.

Özet

Bu çalışma, özellikle otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılan antifog (buğu önleyici) kaplama teknolojilerini kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Su buharının yüzeylerde yoğunlaşarak optik netliği bozmasını engelleyen antifog kaplamalar; sürüş güvenliği, estetik görünüm ve fonksiyonel verimlilik açısından kritik bir öneme sahiptir. Çalışmada, buğu oluşumunun fiziksel temelleri açıklanmış; süperhidrofilik ve hidrofobik yüzey stratejileri detaylı bir şekilde ele alınmıştır. İnorganik (TiO₂, SiO₂, ZnO), organik-inorganik hibrit ve polimer bazlı hammadde türleri derinlemesine incelenmiş; daldırma, püskürtme ve döndürme gibi kaplama yöntemlerinin avantajları ve limitleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca, antifog prosesi öncesi ve sonrası uygulanan işlemler, kaplamanın kalitesine olan etkileri açısından değerlendirilmiştir. Gelecekte nanoteknoloji, akıllı yüzeyler ve çevre dostu malzemeler yardımıyla antifog uygulamalarının daha etkili ve sürdürülebilir bir hale gelmesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antifog, Antifog Kaplama, Kaplama prosesi, Otomotiv, Otomotiv Dış aydınlatma.

Abstract

This study provides a comprehensive analysis of antifog coating technologies with a particular focus on their application in the automotive industry. Antifog coatings are critical for preventing water vapor condensation on transparent surfaces, thereby preserving optical clarity and enhancing driving safety, aesthetic quality, and functional efficiency. The fundamental principles of fog formation are first discussed, followed by a detailed examination of surface engineering strategies based on superhydrophilic and hydrophobic mechanisms. A wide range of material systems—including inorganic compounds (TiO₂, SiO₂, ZnO), organic-inorganic hybrids, and polymer-based matrices—are systematically evaluated. Additionally, the advantages and limitations of various deposition techniques

such as dip coating, spray coating, and spin coating are comparatively analyzed. The study further explores the impact of surface pre- and post-treatment processes on coating performance. Emerging trends suggest that future developments in nanotechnology, smart surfaces, and environmentally sustainable materials will drive the next generation of high-performance antifog coatings.

Keywords: Antifog, Antifog Coating, Coating process, Automotive, Automotive Exterior Lighting.

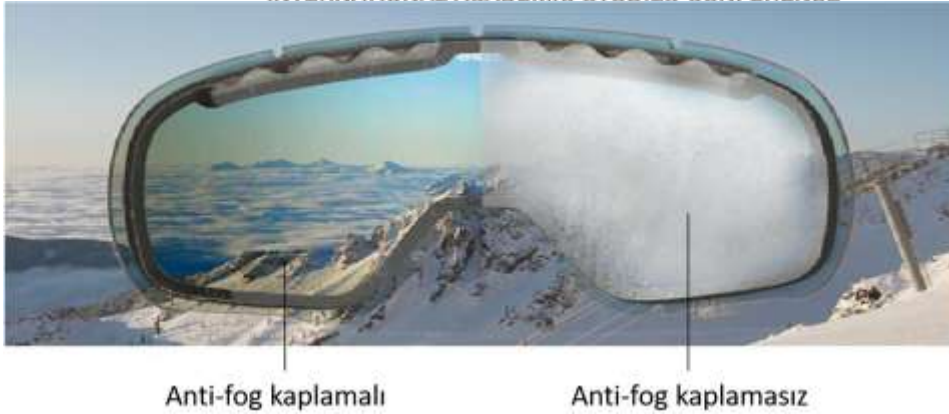
GİRİŞ

Antifog kaplama teknolojisi, su buharının yoğunlaşmasını engelleyerek yüzeylerin temiz ve buğusuz kalmasını sağlayan önemli bir çözümdür. Bu teknoloji, özellikle otomotiv, optik, medikal gibi farklı sektörlerde geniş bir uygulama alanına sahiptir. Otomotiv sektöründe, aydınlatma sistemlerinden cam yüzeylere kadar pek çok alanda kullanılan antifog kaplamalar, buğulanmaya hızlı çözümler ve estetik açıdan önemli avantajlar sunar, hem görünüm hem de fonksiyonellik açısından yüksek performans gösterirler. Bu bildiride, antifog kaplama teknolojisinin temel özellikleri, otomotiv dış aydınlatma sistemlerinde uygulama yöntemleri ve gelecekteki gelişim alanları incelenecektir.

1. ANTİFOG KAPLAMA KULLANIM AMACI

Antifog kaplama, gözlük camları, aynalar, kamera lensleri, dürbün, buzdolabı, optik yüzeyler, otomotiv aydınlatmaları ve diğer benzer yüzeylerde suyun yoğunlaşarak oluşturduğu buğulanmayı önlemek amacıyla kullanılan bir kaplama türüdür. Bu kaplama, buğu nedeniyle oluşabilecek görsel engellemeleri ortadan kaldırarak görüş netliğini artırır ve güvenliği sağlar.

Buğu önleyici maddeler, başlangıçta [Gemini Projesi](#) sırasında [NASA](#) tarafından kask [vizörlerinde](#) kullanılmak üzere geliştirildi. Gemini 9A sırasında, Haziran 1966'da Astronot [Eugene A. Cernan](#), NASA'nın ilk [uzay giysisini](#) test [etti](#) ve [uzay yürüyüşü](#) sırasında diğer sorunların yanı sıra kask vizörünün buğulandığını keşfetti. Cernan'ın giysisi, uçuştan sonra Spacecraft 9 yaşam destek sistemi kullanılarak test edildi ve buğu önleyici solüsyonla işlenmiş küçük bir vizör parçasında yoğunlaşma olmadığı keşfedildi. Daha sonraki Gemini uçuşlarının tümü, uzay yürüyüşü gerçekleşmeden önce uygulama için buğu önleyici çözümü içeriyordu. (Buğu önleyici)

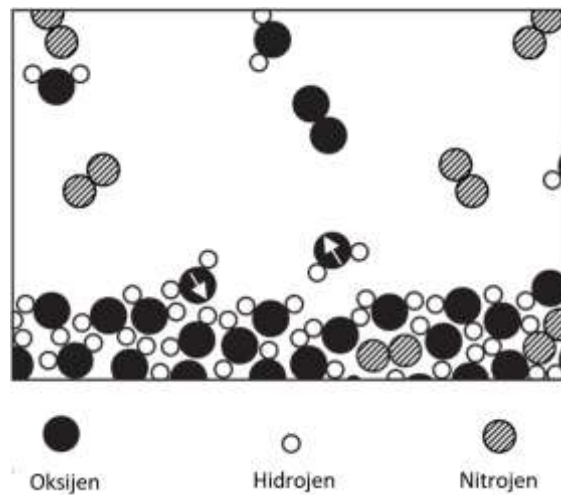


Şekil 5: Antifog kaplamalı gözlük yüzeyi karşılaştırma (Anti-Fog Coating)

1.1. Buğu Oluşumu

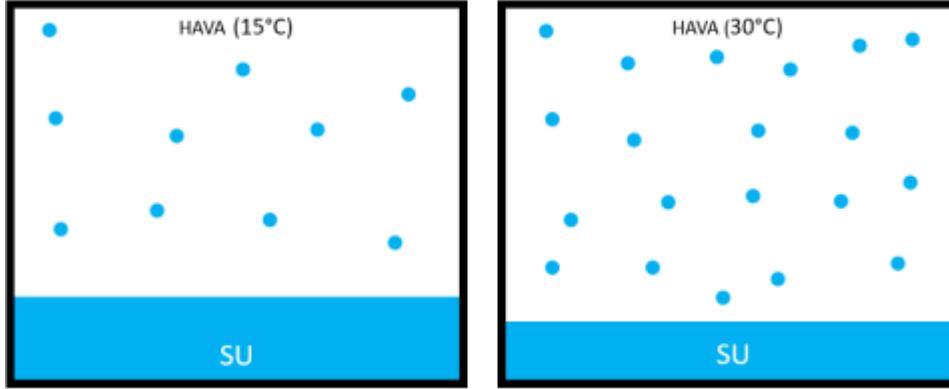
Buğulanma problemini anlamak için yoğuşma olayını anlamak gerekir. Yoğuşma havada gaz halinde bulunan suyun sıvıya dönüşmesidir.

Hava azot, oksijen ve diğer gazlardan oluşur. Hava bir su kaynağı ile temas halindeyse rastgele gerçekleşen moleküler hareketler hava ve suyun birbirine karışmasına yol açar. Rastgele gerçekleşen tanecik hareketleri neticesinde sıvı halde bulunan moleküllerin bazıları havaya karışırken, havada bulunan su moleküllerinin bazıları da suya karışır. Birim zamanda sudan havaya karışan molekül miktarı, havadan tekrar suya dönen molekül miktarına eşit ise havadaki nem doyum noktasına ulaşmış demektir.



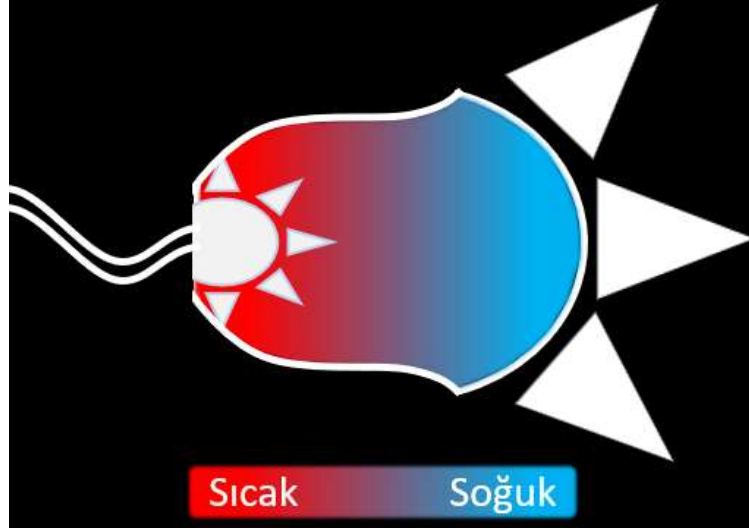
Şekil 6: Buharlaşan su molekülleri (Feynman, 1963)

Doyum noktası havanın sıcaklığına bağlıdır. Hava sıcaklığı arttıkça havanın nem tutma kapasitesi artar. Verilen herhangi bir şartta havanın nem tutma kapasitesi incelenirken psikometrik diyagramlar kullanılır. Daha sıcak olan havanın doyum noktası daha yüksektir. Şekil-2’de temsili olarak sıcak havanın daha fazla nem tuttuğu gösterilmiştir. Doyum noktasına ulaşmış havaya dışarıdan nem eklenirse eklenen miktarda nem sıvılaşır. Benzer şekilde doyum noktasına ulaşmış havanın sıcaklığı bir anda düşürülürse nem tutma kapasitesi azalacağından içindeki nemin bir miktarı suya dönüşecektir.



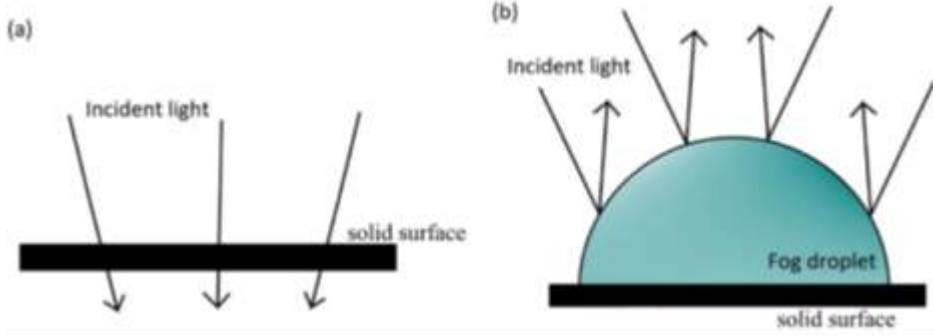
Şekil 7: Farklı sıcaklıklarda farklı nem tutma kapasitesi

Sıcaklık dağılımı homojen olmayan ortamlar buğulanma olayının yaşanması için müsait ortamlardır. Örneğin otomobil aydınlatmalarında iç hacim sıcaklıkları homojen dağılmaz. Çünkü ışık kaynağı aynı zamanda ısı üretir. Işık kaynağının yakın çevresinin sıcaklığı yüksek olurken, aydınlatma dış yüzeylerine yaklaştıkça sıcaklık düşer. Özellikle soğuk havalarda sıcaklık farkı yüksek olur.



Şekil 8: Araç aydınlatmalarında sıcaklık dağılımı

Aydınlatma iç haznesinin sıcak bölgesinde bünyesine fazla nem çeken hava, soğuk bölgeye hareket ettiğinde sıcaklığı düşer. Daha düşük sıcaklıktaki sıcaklıktaki doyum noktasına ulaşmaya kadar içindeki su sıvılaşır. Sıvılaşmış optik yüzeylere tutunan su tanecikleri yüzeyin optik tasarımı bozabilir. Yüzeye gelen ışık su damlacığının içinden geçerken yönünü değiştirir ve bu durumda aydınlatma parlaklığının azalması veya müşteri kalite algısının düşmesi gibi istenmeyen sonuçlar olur.



Şekil 9: Su damlacığında ışık kırılması (Wahab, ve diğerleri, 2023)

Işığın yönünü değiştirmesini önlemek için iki temel yaklaşım vardır;

Süperhidrofilik Yaklaşım:

Süperhidrofilik yaklaşım, su damlacıklarının yüzey üzerinde eşit şekilde yayılmasını sağlayarak optik netliğin korunmasına katkı sağlar. Bu yüzeyler, suyu itmek yerine emer veya damlacıkların hızla yayılmasına destek olur. Yayılmış damlacıkların yüzey alanları görece daha büyük olduğundan buharlaşma hızları artmış olur. Ayrıca yayılmış olan damlacıkların optik bozuculuğu da azalmıştır.



Şekil 10: Hidrofilik yüzeyde su damlası

Hidrofobik Yaklaşım:

Hidrofobik yaklaşım, su damlacıklarının yüzeye tutunmasını zorlaştırır, bu da damlacıkların büyük kürecikler şeklinde birleşip hızla kaymasına sebep olur. Antifog uygulamaları için bu yaklaşım daha az tercih edilse de, kaplama olmayan yüzeylere göre daha iyi performans sağlar. Bu yöntem, yüzeyde su birikintisinin oluşumunu engelleyerek, görünürlüğün net kalmasına yardımcı olur.



Şekil 11: Hidrofobik yüzeyde su damlası

Antifog kaplamalarda genellikle ilk yöntem yani suyu yayma mantığı tercih edilir.

2. ANTİFOG HAMMADDESİ

2.1. İnorganik Hammaddeler

Titanyum Dioksit (TiO_2):

- UV ışık altında kendini temizleyen ve yüzeyi süperhidrofilik hale getiren bir malzemedir.
- Kalıcı antifog etkisi sağlar.
- Cam ve plastik yüzeylere uygulanabilir.

Silikon Dioksit (SiO_2):

- Gözenekli yapısıyla nem emici özellik taşır.
- Yüzeyde mikroskobik pürüzlülük oluşturarak suyun yayılmasını hızlandırır.
- Yüksek şeffaflık sağlar.

Çinko Oksit (ZnO):

- Hem antifog hem de antimikrobiyal özellik gösterir.
- UV dayanımı yüksektir.
- Yüksek ışık geçirgenliği nedeniyle optik uygulamalarda tercih edilir.

2.2. Organik-İnorganik Hibrit Malzemeler

Polimerlerle güçlendirilmiş silika esaslı sistemler:

- SiO_2 nanoparçacıkları, akrilik veya poliüretan bazlı reçinelerle birleştirilerek esnek ve dayanıklı kaplamalar elde edilir.
- Özellikle otomotiv ve medikal sektörlerinde kullanılır.

Organosilanlar (örneğin: 3-glycidyloxypropyltrimethoxysilane - GPTMS):

- Hem cam hem de plastik yüzeylere bağlanabilen, kimyasal olarak dayanıklı bağlar oluşturur.

2.3. Polimer Bazlı Hammaddeler

Polivinil Alkol (PVA):

- Yüksek su tutma kapasitesi sayesinde su buharını emer ve buğulanmayı engeller.
- Biyo uyumlu olduğu için genellikle gözlük ve medikal lenslerde kullanılır.

Polietilen Glikol (PEG):

- Nem çekici (higroskopik) yapısıyla buğu oluşumunu geciktirir.
- Tek başına kullanılabildiği gibi, hibrit sistemlerde katkı maddesi olarak da işlev görür.

Polikarboksilatlar ve akrilik türevleri:

- Film oluşturan özellikleri sayesinde antifog kaplamalarda taşıyıcı olarak kullanılır.
- Akrilik esaslı su bazlı reçineler hem çevre dostudur hem de yüksek yapışma gücü sağlar.

2.4. Antifog Kaplama Yöntemleri ile Hammadde İlişkisi

Antifog kaplamaların başarısı, doğru hammadde seçimi ve uygun uygulama tekniğiyle doğrudan ilişkilidir. İnorganik maddeler uzun ömürlü ve dayanıklı kaplamalar sağlarken, polimer esaslı sistemlerin esneklik ve hızlı uygulanabilirlik açısından avantajları vardır. Özellikle aydınlatma sektöründe, optik netliği bozmadan buğulanmayı önleyen antifog kaplamalar, hem güvenlik hem estetik açısından büyük öneme sahiptir. Kaplama yöntemi, kullanılan hammaddeye göre seçilmelidir:

Daldırma Yöntemi: Genellikle düşük viskoziteli sıvılarla uygulanır. TiO_2 veya SiO_2 sistemleri uygundur.

Püskürtme Yöntemi: Organik ve inorganik hibrit reçineler ile hızlı uygulama imkanı sunar. Otomotiv parçaları için uygundur.

Döndürme Yöntemi: PVA ve PEG gibi ince film oluşturmaya istenen maddelerle kullanılır. Düz yüzeyli cam lenslerde idealdir.

3. ANTİFOG PROSESİ

3.1. Antifog Kaplama Öncesinde Uygulanması Gereken Prosesler

3.1.1. Gerilim Giderme İşlemi

İlk adımda, enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretilen aydınlatma lens parçaları, yüzey geriliminin dengelenmesi amacıyla gerilim giderme (tavlama) işlemine maruz bırakılır. Gerilim giderme, plastik malzemenin iç gerilimlerini ortadan kaldırmak, yüzey kalitesini iyileştirmek ve materyalin homojenliğini sağlamak için ısıtma işlemi olarak tanımlanabilir. Bu işlem, lensin daha sonra uygulanacak antifog kaplamasının kalitesini arttırmak için yapılan bir ön işlemdir.

Gerilim giderme sırasında, lensler malzeme özelliği ve parça geometrisine göre uygun bir sıcaklıkta belirlenen bir süre ile ısıtılır. Bu, materyalin moleküler yapısındaki düzensizlikleri giderir ve yüzeyin daha

düzgün olmasını sağlar. Yüzey gerilmesindeki dengeleme, antifog kaplamasının daha iyi tutunmasını sağlar ve lensin dayanıklılığını artırır.

3.1.2. Deiyonize Hava ile Temizlik

Gerilim giderme işleminden sonra, lenslerin yüzeyinde kalabilecek toz, kir veya diğer partiküller temizlenir. Temizlenmiş lensler, herhangi bir kir ve lekeden arındırılmış olur, bu da antifog kaplamasının etkili bir şekilde uygulanabilmesi için kritik öneme sahiptir.

Deiyonize hava kullanımı, yüzeydeki toz ve partikülleri temizleyerek, yüzeyin düzgün ve temiz olmasını sağlar. Bu işlem, lensin son işlem aşamalarına geçmeden önce herhangi bir nem veya kirlilikten arındırılmasını garanti eder.

3.2. Antifog Prosesi

Lensler temizlendikten sonra, *antifog* (buğu önleyici) kaplama uygulama aşamasına geçilir. Antifog kaplaması, lensin yüzeyine ince bir tabaka halinde uygulanır ve bu tabaka, lensin üzerinde buğulanmayı engelleyen kimyasal bileşenlerden oluşur. Antifog kaplamasının amacı, lens yüzeyinin su buharını tutmasını engellemektir. Bu da aydınlatma fonksiyonlarının net görünmesini sağlar. Antifog uygulaması için bir çok teknik vardır. Aydınlatma sektöründe Daldırma, Püskürtme ve Döndürme teknikleri yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir.

3.2.1. Daldırma Tekniği ile Antifog Kaplama

Temizlenen lens yüzeyi, sıvı kaplama çözeltisinin içinde belirli bir süre bekletilir. Bu süre boyunca, yüzey sıvıyı emerek kaplama malzemesini alır. Bu işlem, yüzeyin tamamen kaplanmasını sağlar. Sıvı çözeltinin viskozitesi ve yüzeyin daldırılma süresi, kaplama kalınlığını belirler.

Yüzey sıvı çözeltiden yavaşça çekilir. Bu sırada, yüzeydeki fazla sıvı kendiliğinden akarak uzaklaşır. Çekilme hızına ve sıvının viskozitesine bağlı olarak, yüzeyde homojen bir kaplama tabakası oluşur. Bu yöntem genellikle kalın ve homojen kaplamalar sağlamak amacıyla kullanılır.

Avantajları:

- Daldırma, büyük parçaların homojen şekilde kaplanmasını sağlar ve büyük üretim hacimlerine uygundur.
- Kalın kaplamaların ve pürüzsüz yüzeylerin elde edilmesi için ideal bir yöntemdir.

Dezavantajları:

- Yüzeyin her yönü eşit şekilde kaplanmazsa, bazı bölgelerde kaplama kalınlık farkları oluşabilir.
- Karmaşık şekilli parçalarda, daldırma işlemi tüm yüzeylere ulaşmayabilir.

3.2.2. Püskürtme Tekniği ile Antifog Kaplama

Püskürtme, kaplama malzemesinin bir sprej tabancası veya hava tabancası aracılığıyla yüzeye uygulanması işlemidir. Bu yöntem, genellikle ince ve düzgün kaplamalar elde etmek için tercih edilir. Püskürtme yöntemi, hem küçük hem de büyük parçaların kaplanmasında yaygın olarak kullanılır.

Püskürtme işlemi sırasında, kaplama malzemesi, yüksek basınçla veya hava ile atomize edilerek, yüzeye spreyci şeklinde uygulanır. Kiplama malzemesinin tipine ve püskürtme tekniğine göre (basıncılı hava, elektrostatik püskürtme vs.), kaplama kalınlığı ve homojenliği ayarlanabilir.

Avantajları:

- Karmaşık şekilli yüzeylere kolayca uygulanabilir.
- Kiplama malzemesi, belirli bir alan üzerinde ince ve homojen bir şekilde dağılabilir.
- Yüksek üretim hızları ve esneklik sağlar; küçük ve büyük parçalarda kullanılabilir.
- Farklı kaplama malzemeleriyle uyumlu olup, çeşitli yüzeylere uygulanabilir.

Dezavantajları:

- Kiplama kaybı daha fazla olabilir çünkü püskürtme sırasında malzeme bir kısmı çevreye dağılabilir.
- Uygulama operatörün püskürtme kabiliyetine bağlıdır ve doğru ayar yapılmadığında kaplama kalınlığında dalgalanma olabilir.

3.2.3. Döndürme Tekniğı ile Antifog Kiplama

Döndürme yöntemi, yüzeyin belirli bir hızda döndürülerek sıvı kiplama malzemesinin yüzeye dağılması ile yapılan bir kiplama tekniğıdir. Bu yöntem, özellikle düz yüzeylerin kaplanmasında kullanılır ve genellikle optik yüzeyler ve ince kiplamalar için uygundur.

Sıvı kiplama malzemesi, yüzey üzerine bir damla olarak yerleştirilir. Ardından, yüzey yüksek hızda döndürülür (genellikle dakikada 1000 ila 5000 devir arasında). Dönme hareketi sayesinde, sıvı kiplama malzemesi, merkezden dışarıya doğru yayılır ve yüzeye ince bir tabaka halinde dağılır.

Avantajları:

- Düz ve pürüzsüz yüzeyler için çok uygundur, ince ve homojen kiplamalar sağlar.
- Kiplama kalınlığı, uygulama hızına ve sıvının viskozitesine bağlı olarak hassas bir şekilde kontrol edilebilir.
- Optik ürünlerde, film kiplama uygulamalarında yaygın olarak kullanılır.

Dezavantajları:

- Yalnızca düz yüzeyler için uygundur. Karmaşık şekilli parçalar bu yöntemle kaplanması zor olabilir.
- Kalın kiplamalar gerektiren durumlar için uygun değildir.

3.3. Sonrasında Uygulanması Gereken Prosesler

3.3.1. Kürleme İşlemi

Antifog kiplamasının yüzeye uygulanmasının ardından, lensler kürleme işlemine tabi tutulur. Kürleme, kiplamanın sertleşmesi ve kalıcı hale gelmesi için yapılan bir işlemdir. Bu işlem, genellikle ısıtma

yoluyla gerçekleştirilir. Lensler, kontrollü bir sıcaklık ortamında belirli bir süre boyunca ısıtılır, bu sayede antifog kaplaması tam olarak kürlenir ve dayanıklı hale gelir.

Kürleme işlemi sırasında, kaplama malzemesi kimyasal reaksiyona girerek sertleşir ve buğulanmayı engelleme özelliği kalıcı hale gelir. Ayrıca, bu işlem lensin dayanıklılığını artırır ve kaplamanın uzun süre boyunca etkinliğini sürdürebilmesini sağlar. Kürleme işlemi sırasında kullanılan sıcaklık kaplamanın özelliklerine göre değişiklik gösterir.

4. ANTİFOG KONTROLÜ

4.1. Buğulanma Testi

Kaplamanın nemli ortamlarda buğulanmaya karşı dayanımını belirlemek amacıyla gerçekleştirilir. Numuneler, sabit sıcaklık ve bağıl nem koşullarında çalışan özel buğulanma test odalarına yerleştirilir. Belirli bir süre sonunda yüzeyde buğu oluşumu gözlenerek, kaplamanın etkinliği değerlendirilir. Performans kriteri olarak oluşan buğunun görüntüsünün ortadan kalma süresi esas alınır.

4.2. Optik Testler

4.2.1. Işık Geçirgenliği

Kaplamanın ışık geçirgenliğine olan etkisi spektrofotometre yardımıyla ölçülür. Bu test, özellikle şeffaf yüzeylerde (ör. gözlük camları, otomobil camları) görsel kalite açısından kritik öneme sahiptir.

4.2.2. Yansımaya

Yüzeyin ışık yansıtma oranı, kaplamanın parlamaya neden olup olmadığını belirlemek amacıyla incelenir. Yüksek yansımaya, görüş kalitesini olumsuz etkileyebileceği için bu parametre dikkatle değerlendirilmelidir.

4.3. Kimyasal Direnç Testleri (Örnek: Cam Suyu Dayanımı)

Kaplamaların kimyasallara karşı stabilitesini değerlendirmek amacıyla yapılan bu testlerde, numuneler cam suyu gibi agresif sıvılarla belirli bir süre temas ettirilir. Sonrasında yüzeyde meydana gelen bozulmalar (ör. kaplama kaybı, optik bozulma, buğulanma özelliklerinde azalma) kontrol edilir. Bu test, kaplamanın özellikle otomotiv uygulamalarında uzun süreli dayanımını değerlendirmek açısından önemlidir.

4.4. Yapışma Testi (Cross-Hatch / Bant Testi)

Yapışma testi, kaplamanın alt yüzeye tutunma kabiliyetini ölçmek için kullanılır. Numune yüzeye uygun ızgara kesiler (cross-hatch) uygulanır. Ardından özel bir yapışkan bant kesit alanına yapıştırılıp ani şekilde çekilir. Kaplamada meydana gelen ayrılma miktarı, yapışma dayanımının bir göstergesi olarak değerlendirilir.

Antifog kaplamaların fonksiyonelliği, çeşitli fiziksel, kimyasal ve optik testlerle değerlendirilebilir. Bu testler, ürün geliştirme sürecinde kalite güvencesi sağlamak ve kullanım ömrünü optimize etmek açısından kritik rol oynamaktadır.

5. ANTİFOG TEKNOLOJİSİNİN GELECEĞİ

Gelecekte, çevre dostu, kendini yenileyen ve uzun ömürlü antifog kaplama sistemlerinin geliştirilmesi, bu alandaki ilerlemeyi daha da hızlandıracaktır.

Nanoteknoloji ile Gelişen Yüzeyler: Nanoteknolojinin sunduğu olanaklarla, daha ince ve etkili antifog kaplamaları geliştirilebiliyor. Nanoparçacıklar, su buharının yüzeye yoğunlaşmasını engellemeye yardımcı olur ve daha uzun süreli etki sağlama imkanı sunar. Bu durum, özellikle gözlükler ve lensler gibi kişisel bakım ürünlerinde daha verimli bir kullanım sağlar.

Akıllı Yüzeyler ve Elektrikli Antifog Sistemleri: Gelecekte, sıcaklık, nem ve yüzey koşullarına göre otomatik olarak ayar yapabilen akıllı yüzeyler geliştirilebilir. Elektrikli antifog sistemleri, yüzeyin ısınmasını sağlayarak buğunun oluşumunu engeller. Bu tür sistemler, özellikle araç camları ve sporcuların kullanacağı gözlükler için daha yaygın hale gelmesi bekleniyor.

Çevre Dostu ve Sürdürülebilir Teknolojiler: Çevre bilincinin artmasıyla, antifog kaplamalar ve ürünler daha sürdürülebilir hale gelebilir. Kimyasal maddeler yerine biyolojik veya doğal çözümlerle geliştirilen antifog kaplamalar giderek daha fazla ilgi görecek.

Otomotiv ve Ulaşım Sektöründeki Yenilikler: Antifog teknolojileri, özellikle otomotiv sektöründe camlardan buğulanmayı engellemek için önemli bir yere sahiptir. Gelecekte, araç camlarında kullanılan bu teknolojilerin daha akıllı ve daha uzun ömürlü olması bekleniyor.

6. SONUÇ

Antifog kaplama teknolojisi, otomotiv sektörü ve kişisel bakım ürünlerine kadar geniş bir uygulama yelpazesinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu kaplamalar, suyun istenmeyen şekilde yoğunlaşmasını engelleyerek görüş netliğini artırır, güvenliği ve estetiği iyileştirir. Otomotiv dış aydınlatmaları gibi özel alanlarda bu teknolojinin kullanımı, sürüş güvenliğini önemli ölçüde artırırken, aynı zamanda müşterinin kalite algısını da muhafaza etmektedir.

Buğulanma sorununu çözmek için geliştirilen süperhidrofilik ve hidrofobik kaplama yöntemleri, genellikle suyun yüzeyde yayılmasını ya da itilmelerini sağlayarak etkili sonuçlar elde etmektedir. İnorganik ve organik-inorganik hibrit malzemelerin kullanımı, kaplamaların dayanıklılığını ve etkinliğini artırmaktadır. Ayrıca, daldırma, püskürtme ve döndürme gibi kaplama yöntemleri, her bir uygulama türüne uygun çözümler sunarak farklı sektörlerdeki ihtiyaçları karşılamaktadır.

Gelecekte, nanoteknoloji ve akıllı yüzeyler gibi yenilikçi teknolojilerin entegrasyonu ile bu kaplamaların daha verimli, çevre dostu ve uzun ömürlü hale gelmesi beklenmektedir. Akıllı antifog sistemlerinin, özellikle otomotiv sektöründe, sıcaklık ve nem koşullarına göre otomatik ayar yaparak daha konforlu ve güvenli sürüş deneyimleri sunması mümkün olacaktır. Ayrıca, çevreye duyarlı çözümlerle geliştirilen antifog kaplamaların daha fazla tercih edilmesiyle, bu alandaki sürdürülebilirlik de artacaktır.

Sonuç olarak, antifog kaplama teknolojisi estetik ve güvenlik alanlarında önemli bir yere sahiptir. Aynı zamanda sürdürülebilirlik alanında yapılacak yeni çalışmalar, daha verimli ve çevre dostu çözümler ortaya koyacak ve daha geniş bir kullanıcı kitlesi tarafından benimsenmesini teşvik edecektir.

Referanslar

Anti-Fog Coating. (2018, Mart 11). Retrieved from Weetect: <https://www.weetect.com/anti-fog-coating/>

Buğu önleyici. (n.d.). Retrieved from Vikipedi: https://tr.wikipedia.org/wiki/Bu%C4%9Fu_%C3%B6nleyici

Feynman, R. P. (1963). Feynman Fizik Dersleri. In R. P. Feynman.

Wahab, I. F., Bushroa, A., Teck, S. W., Azmi, T. T., Ibrahim, M., & Lee, J. (2023). Fundamentals of antifogging strategies, coating techniques and properties of inorganic materials; a comprehensive review. *Journal of Materials Research and Technology*.

Coating Technologies and Application Areas for Automotive Sheet Metal Bodies

Ferhat Can KÖSE¹, Enes Cebe²

¹E-mail: ferhat.cankose@tofas.com.tr; TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.; R&D Center, Bursa/Türkiye

²E-mail: enes.cebe@tofas.com.tr; TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.; R&D Center, Bursa/Türkiye

Özet

Bu çalışma, otomotiv sac gövdelerinde kullanılan başlıca kaplama teknolojilerini ve bunların kullanım alanlarını ele almaktadır. Galvanizleme, kataforetik kaplama (KTL) ve elektrostatik toz boya yöntemleri; uygulama şekilleri, dayanım özellikleri ve çevresel etkileri açısından karşılaştırılmıştır. Paslanmayı önlemek, boyanın daha uzun süre dayanmasını sağlamak ve çevreye zarar vermemek bu teknolojilerin temel amaçlarıdır. Kaplama performansları, tuz püskürtme, yapışma ve taş darbesi gibi testlerle değerlendirilmiştir. Ayrıca farklı otomotiv üreticilerinin (firma adı belirtilmeden) kullandığı sistemlere dair örnekler sunulmuştur. Elde edilen bulgular, çok katmanlı kaplama uygulamalarının araçların ömrünü uzattığını ve günümüz otomotiv üretiminde vazgeçilmez hale geldiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Otomotiv kaplama teknolojileri, Sac gövde koruma, Galvanizleme ve kataforez, Toz boya uygulamaları, Korozyon ve dayanım testler

Abstract

This study examines the main coating technologies used on automotive sheet metal bodies and their areas of application. Galvanizing, cathodic electrodeposition (KTL), and electrostatic powder coating methods are compared in terms of application processes, durability, and environmental impact. The primary aims of these technologies are to prevent corrosion, extend paint life, and reduce environmental harm. Their performance is evaluated through salt spray, adhesion, and stone chip resistance tests. Additionally, examples from different automotive manufacturers (without naming specific companies) are included. The findings show that multi-layer coating applications significantly increase vehicle body durability and have become essential in modern automotive manufacturing.

Keywords: Automotive coating Technologies, Sheet metal protection, Galvanizing and CED, Powder coating applications, Corrosion and durability tests

INTRODUCTION

Protecting automotive sheet metal body parts against corrosion is critically important in the automotive industry. Corrosion leads to significant economic losses on a global scale; according to NACE data, the costs associated with corrosion are equivalent to 3.5–5.2% of the annual gross domestic product worldwide [1]. In particular, maintenance, repair, and warranty costs arising from corrosion in the automotive sector reach billions of dollars. This necessitates the development of effective protective coating technologies to ensure the long life and safety of vehicle bodies.

The sheet metal body is generally composed of steel sheets, and the application of coatings significantly enhances the durability and service life of vehicles [1]. Over time, various methods have been used to prevent corrosion in steel body parts. Today, in modern automobiles, a large portion of the sheet metal parts is coated with zinc (galvanization) before manufacturing, providing the first line of protection against rust [2]. After the vehicle body is assembled by welding, the body is coated with a primer paint through an electro-deposition method called "cataphoresis" (E-coat), which, together with the zinc layer, significantly increases corrosion resistance. Finally, for aesthetic purposes and additional protection, primer/filler coats, colored paints, and varnish/clear coats are applied. Electrostatic powder coating technology has been increasingly drawing attention during these final painting steps; some manufacturers have begun using it as a primer or topcoat due to its eco-friendly nature and high durability [3].

This paper comprehensively examines the main coating technologies used in automotive sheet metal bodies, their application methods, and their advantages. Special focus is given to galvanization, cathodic electrophoretic coating (CED), and electrostatic powder coating technologies that have become prominent in recent years. The application processes of each technology, their corrosion protection performance, mechanical durability (such as scratch and stone-chip resistance), and environmental impacts are discussed. Additionally, test methods used for performance evaluation (e.g., salt spray test, adhesion test, stone-chip test) are explained. In light of the obtained information, example application results from different manufacturers (anonymized as OEM 1, OEM 2, etc.) will be included, integrating current industrial practices with academic knowledge.

METHOD

This study is a literature review based on research on coatings for automotive sheet metal bodies. Recent English and Turkish academic articles, sectoral reports, and standards on galvanization, cataphoresis (electro-deposition), and electrostatic powder coating technologies were reviewed. Application methods and performance data were collected for each technology; criteria such as corrosion resistance and mechanical durability were comparatively analyzed. Furthermore, publicly available technical data from automotive manufacturers were evaluated using anonymized OEM coding. The environmental impacts of the methods were also analyzed in terms of VOC emissions, energy consumption, and waste generation. All references were provided according to APA6 standards with verifiable URLs.

FINDINGS

Galvanization Technologies and Applications

Galvanization involves coating steel surfaces with a thin layer of zinc, providing the first barrier against corrosion on automotive sheet metal bodies. Zinc protects steel from atmospheric rust and continues to protect the steel even if the coating is damaged, through a mechanism known as "cathodic protection" [2]. Thus, galvanized surfaces exhibit a "self-healing" feature, as the zinc corrodes instead of the steel at damaged areas. Galvanized steel significantly outperforms bare steel in corrosion resistance, even without additional paint [2].

There are two main galvanization methods in the automotive industry: hot-dip galvanization and electro-galvanization. In hot-dip galvanization, steel sheets or parts are immersed in molten zinc, resulting in a metallurgically bonded coating containing zinc-iron compounds [3]. Continuous hot-dip galvanization allows coating both sides of coiled steel sheets with a typical zinc layer thickness of 5–10 μm . In the galvanized variant, the zinc layer is heated after dipping to create a partially alloyed coating with ~8–12% iron, offering better paint adhesion and weldability than pure zinc [3].

Electro-galvanization involves electrochemically depositing zinc onto steel in an electrolytic bath. It allows precise control of coating thickness and a very smooth zinc deposition [2]. Electro-galvanization was dominant until the 1980s but has since been largely replaced by hot-dip processes [2]. Today, about 80% of a vehicle body is made of galvanized steel sheets [2].

Galvanized sheet usage dramatically increases corrosion life and reduces maintenance costs. Thanks to galvanization, manufacturers can offer 8–12 year anti-perforation warranties [2]. Zinc coating also protects steel even when the paint is scratched or stone-chipped, enhancing the durability of vehicle bodies, especially at lower areas and joints.

However, galvanization processes have their considerations: high temperatures in hot-dip galvanization may slightly alter mechanical properties, and slag or fumes must be managed. Electro-galvanization requires careful chemical waste and energy management. Nevertheless, zinc coating processes emit significantly fewer VOCs than painting processes and extend vehicle life, thus indirectly contributing to environmental sustainability. New zinc alloy coatings (e.g., Zn-Al-Mg) and chromate-free passivations are being developed to further improve corrosion resistance and reduce environmental impact.

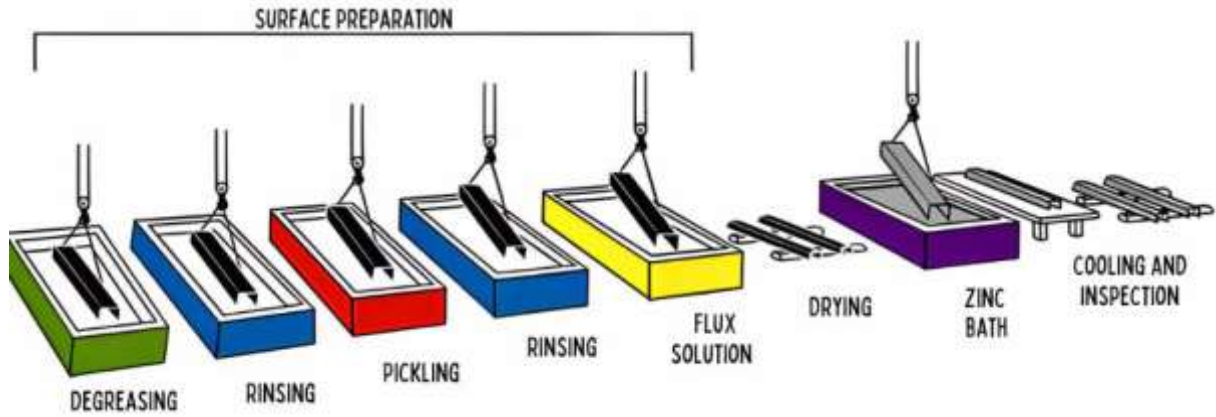


Figure 1 – Galvanizing Process [8]

Cathodic Electrophoretic Deposition (CED)

Cataphoresis (E-coat) is the first painting step in automotive body manufacturing, where the conductive metal body is dipped into a water-based paint bath, and a DC electric current deposits a uniform coating [3]. After surface preparation (e.g., phosphating), the entire body is submerged in the bath, where it acts as a cathode, attracting positively charged resin and pigment particles to form an even coating [3].

Cataphoresis covers even hard-to-reach areas such as cavities and weld seams, ensuring comprehensive protection [3]. Once the desired thickness ($\sim 20 \mu\text{m}$) is reached, the body is removed, rinsed, and thermally cured at $160\text{--}180^\circ\text{C}$, forming a hard, durable layer [5].

Cathodic E-coat offers superior corrosion resistance compared to earlier anodic versions [3], with typical protection performance allowing ~ 1000 hours in salt spray testing [5]. The best corrosion protection is achieved when applied over galvanized steel, combining barrier and sacrificial protection mechanisms.

Mechanically, CED coatings are hard and resistant to stone-chipping and impacts but are often supplemented by additional paint layers for better overall performance. CED also offers excellent adhesion, serving as an ideal substrate for topcoats.

Environmentally, CED is highly efficient and eco-friendly: it produces minimal VOCs (0.5–2%) [5], nearly 100% paint utilization ($\sim 99.9\%$ transfer efficiency) [5], low wastewater generation, and minimal fire risk due to its water-based nature [5]. CED processes are fast, fully automated, and offer high reproducibility.

Overall, cathodic electrophoretic coating forms the backbone of modern automotive painting processes and is standard in virtually all OEMs worldwide today [3].

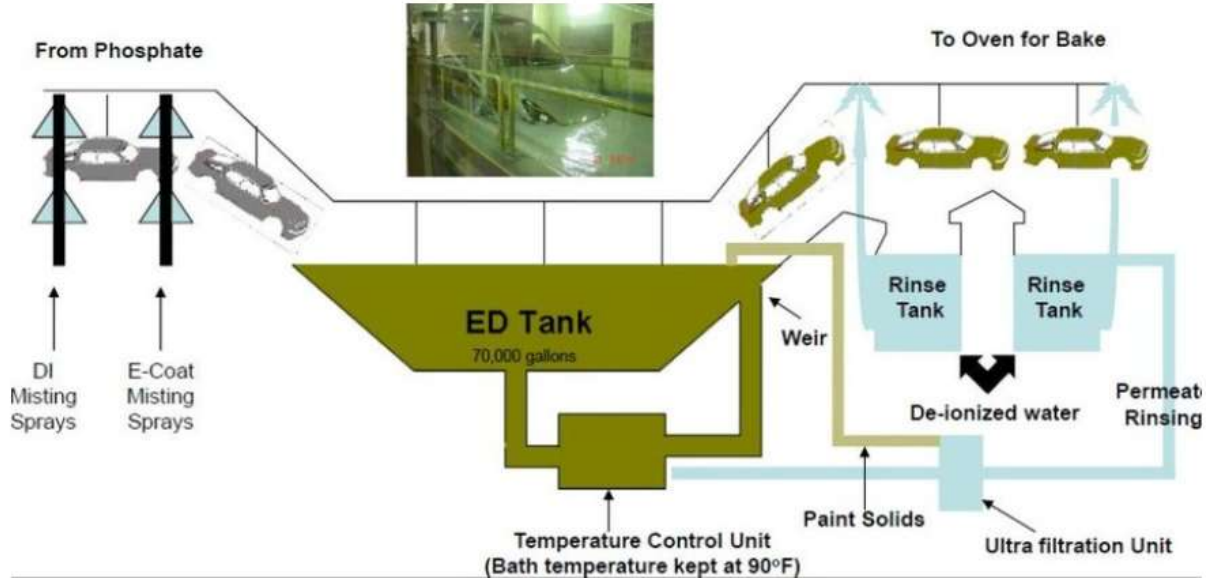


Figure 2 – Cathodic Electrophoretic Deposition Process [9]

Electrostatic Powder Coating Technology

Electrostatic powder coating involves applying paint in fine powder form and melting it via heat to form a protective film. Unlike liquid paints, powder coatings contain no solvents; resin and pigment particles are electrostatically charged and sprayed onto grounded surfaces, then cured at $\sim 160\text{--}200^\circ\text{C}$ [3].

Powder coating provides excellent mechanical strength, including high scratch and stone-chip resistance [6]. For example, a powder-clear coat developed by OEM 1 reportedly achieves the highest stone-chip resistance in the industry [6].

Powder coatings form thick ($\sim 40\text{--}80\text{ }\mu\text{m}$), non-porous layers that act as excellent barriers against moisture and salt, offering impressive corrosion resistance, especially when combined with CED and galvanization.

Powder coatings are also environmentally advantageous: they produce zero VOC emissions [3], allow more than 95% paint recovery and reuse [3], require no solvent-based cleaners, and save energy by allowing air recirculation in painting booths [3]. Some facilities report up to 25% energy savings compared to conventional systems [6].

Challenges include achieving high surface smoothness (avoiding “orange peel” texture) and the need for relatively high curing temperatures, though advances in powder formulation and equipment have largely addressed these issues [6][7].

Powder coating is increasingly adopted by manufacturers for primer and clear coat applications and is expected to continue growing in the future [3].

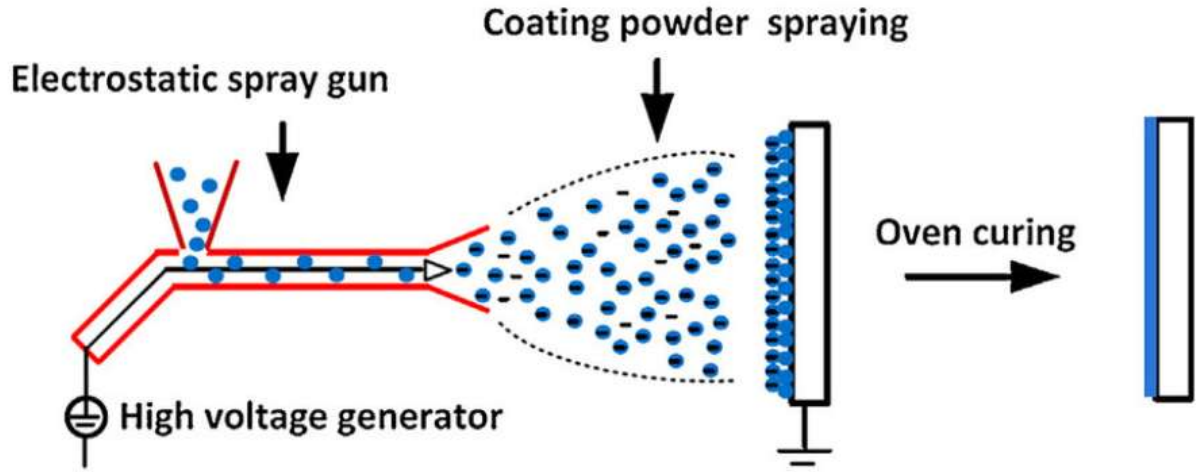


Figure 3 – Electrostatic Powder Coating Process [10]

Testing Methods in Automotive Coatings

Key standard tests used to evaluate coating performance include:

- **Salt Spray Test** (ASTM B117, ISO 9227): Accelerated corrosion exposure in a salt fog environment, evaluating barrier protection and defect propagation [4].
- **Adhesion Tests** (ASTM D3359, D4541): Measuring coating attachment strength via crosshatch-tape and pull-off methods [4].
- **Stone-Chip Resistance Test** (ASTM D3170, SAE J400): Simulating real-world stone impact using propelled gravel and evaluating resultant coating damage [4].

Additional tests (UV resistance, chemical resistance, thermal cycling, scratch resistance) complement these assessments. Modern coating systems perform exceptionally well in these tests, ensuring long-term durability under real conditions.

CONCLUSION AND DISCUSSION

Developments in coating technologies for automotive sheet metal bodies have dramatically improved vehicle durability and lifespan. The combined use of galvanization, cathodic electrophoretic coating, and electrostatic powder coating forms a multilayer protective system, meeting the industry's demanding corrosion and durability requirements [2][3].

Modern vehicles, benefiting from galvanized bodies, CED primers, and optionally powder coatings, achieve extended rust warranties (10–12 years) and reduced environmental impact [3][5][6]. Case studies from anonymized OEMs highlight improvements such as VOC emission reductions and energy savings.

Nevertheless, challenges remain, particularly regarding the compatibility of multilayer systems and the increasing use of lightweight materials. Innovations such as self-healing coatings and low-temperature curing powders are expected to further enhance coating performance and sustainability in the future [1].

In summary, the integration of galvanization, CED, and powder coating technologies has become essential in ensuring the durability and sustainability of modern automotive bodies. This study offers a comprehensive perspective for engineers and researchers, supporting the continued development of automotive coating processes.

REFERENCES

- [1] Skotnicki, W., & Jędrzejczyk, D. (2021). The comparative analysis of the coatings deposited on the automotive parts by the cataphoresis method. *Materials*, 14(20), 6155. <https://doi.org/10.3390/ma14206155>
- [2] National Material Company. (2019, March 21). History of galvanized steel in the automotive industry. Retrieved from <https://www.nationalmaterial.com/history-of-galvanized-steel-in-the-automotive-industry/>
- [3] Akafuah, N. K., Poozesh, S., Salaimah, A., Patrick, G., Lawler, K., & Saito, K. (2016). Evolution of the automotive body coating process—A review. *Coatings*, 6(2), 24. <https://doi.org/10.3390/coatings6020024>
- [4] Dallas Laboratories (2018, October 15). Paint durability testing guide. Dallas Laboratories Blog. Retrieved from <https://dallaslaboratories.net/2018/10/paint-durability-testing-guide/>
- [5] Jandac, D. (2018, June 12). Kataforez boyama sistemi. Turkchem – Boya ve Kaplama Sektörü. Retrieved from <https://turkchem.net/kataforez-boyama-sistemi.html>
- [6] Clemente, A. (2020, July 16). Orange peel on BMW cars explained. New Old Cars. <https://newoldcars.com/orange-peel-on-bmw-cars-explained/>
- [7] Lu, S. (2013, February). Innovations in GMA acrylic powder coatings. Anderson Development Company. <https://www.andersondevelopment.com/pdf/GMA%20PC-ADC%20Paper.pdf>
- [8] The Engineering Choice. (n.d.). What is Galvanization? Retrieved May 7, 2025, from <https://www.theengineeringchoice.com/what-is-galvanization/>
- [9] Oyabu, Y., Furuno, N., & Omori, H. (1983). *Electrodeposition coating process for automobile bodies* [Figure]. In *Electrodeposition coating process for automobile bodies*. ISIJ International. https://www.researchgate.net/figure/Electrodeposition-coating-process-E-coating-involves-dipping-automobile-bodies-into-the_fig1_332442857
- [10] Fang, M., Shen, S., Wang, J., Liu, L., & Zhang, G. (2017). *Electrostatic powder coating process* [Figure]. In **Study on powder coating application for magnesium alloy**. ResearchGate. https://www.researchgate.net/figure/Electrostatic-powder-coating-process_fig1_312339720

Future Trend of Body Closure Components for EVs

Göktuğ BAKAN¹ (<https://orcid.org/0009-0007-5737-0300>)
Selin YURTSEVEN² (<https://orcid.org/0009-0001-0745-3147>)

¹E-mail: goktug.bakan@tofas.com.tr ; Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. R&D Center, Bursa / Türkiye.

²E-mail: selin.yurtseven@partner.tofas.com.tr ; Eltek Mühendislik, Bursa / Türkiye.

Abstract

Particularly in the design of body closure systems, the automotive industry is changing due to the quick development of electric vehicles (EVs). The need for lighter, safer, and more intelligent vehicle constructions is growing as the transition from internal combustion engines (ICE) to electric powertrains quickens. Important body closures, such doors, bonnets, tailgates, and trunk lids, are increasingly essential for energy economy, crash safety, and user experience in addition to appearance and utility. The use of lightweight materials and sophisticated joining processes has become crucial to addressing issues with battery mass and range optimization. The use of smart features, such as power-assisted actuators, flush door handles, and sensor-based opening systems, is also being fueled by growing customer expectations. These developments are also in line with more general sustainability objectives, which emphasize recyclable and bio-based materials more and more. The development of EV body closures reflects the industry's move toward more environmentally friendly, highly functional, and economical vehicle designs in the face of growing environmental consciousness and consumer desire for contemporary, user-friendly technologies.

Keywords: Electric Vehicles (EVs), Body Closures, Materials, Smart Features

1.Introduction

Electric vehicles' (EVs) rapid progress has sparked a revolution in automobile design, especially in body closures systems. There is a growing need for vehicle structures that are lighter, safer, and more intelligent as the industry switches from internal combustion engines (ICE) to electric powertrains (EV). Vehicle body closures, such as door, bonnet, tailgate, and trunk lid are essential for energy economy, crash performance, and user experience in addition to the vehicle's appearance and use. Electric vehicles (EVs) signify a major transformation in the automotive industry, driven by a rising focus on sustainability, energy efficiency, and cutting-edge technology.



Figure 1. The course of Material Usage for EVs ^[1]

It is now vital to include lightweight materials and advanced joining techniques into closing elements for electric cars, where battery mass and range optimization are the main issues. Additionally, the use of smart technology like sensor-based opening systems, flush door handles, and power-assisted actuators has been spurred by the expansion of customer expectations. Through the use of recyclable and bio-based materials, these inventions seek to promote sustainability goals while improving accessibility, safety, and aerodynamics.

Electric vehicles (EVs) signify a major transformation in the automotive industry, driven by a rising focus on sustainability, energy efficiency, and cutting-edge technology. Amid growing environmental concerns, both consumers and manufacturers are increasingly turning to EVs as a practical alternative to conventional internal combustion engine vehicles. The electric vehicle (EV) industry has experienced substantial evolution, driven primarily by shifting consumer demands. As people place greater emphasis on sustainability, user convenience, and cutting-edge technology, producers of EV components are being pushed to revise and refine their development approaches accordingly.

2. Body Closures Differences between ICE & EV Automobiles

2.1 Body Closures Components

Body closure parts are the moveable sections of a vehicle's body that provide access to its enclosed compartments or interior in the automobile industry. These comprise necessary components including liftgates, trunk lids, hoods, tailgates and doors. In addition to accessibility, each component is essential for safety, aerodynamics, noise reduction, and overall vehicle appearance. Front, rear, and sliding doors, for instance, are made with integrated systems such as hinges, locks, seals, and glass mechanisms to guarantee smooth functioning and occupant safety.

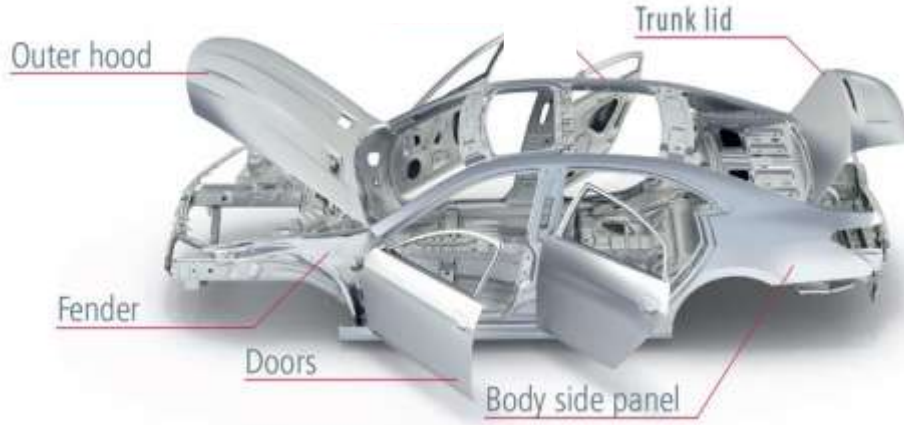


Figure 2. Body Closures Components in Automotive Vehicle [2]

For accessibility and safe closure, hoods and tailgates are also equipped with support components including gas struts and latch systems. Sunroof and convertible roof mechanisms are examples of advanced closure systems that increase complexity through improved sealing solutions and motorized or articulated motion systems. From an engineering perspective, creating body closures entails tackling issues including fit-and-finish quality, manufacturing viability, weight optimization and crash safety. These elements are essential to modern car's overall performance, dependability and customer experience.

2.2. Functional Differences in Body Closures

For improved user experience, high-end and autonomous EVs are including gesture-controlled tailgates, power closures, sensor-assisted, touch-free doors, and more. In particular, to make up for the large battery packs located beneath the floor of EVs, closures are changing into load-bearing constructions. Both pedestrian safety and collision safety are impacted by the hood design.

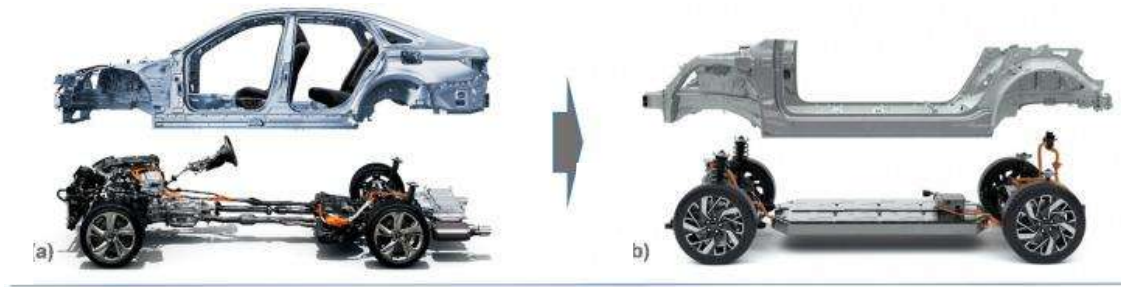


Figure 3. Internal Combustion Engine to Electric Vehicles [3]

In traditional Internal Combustion Engine (ICE) vehicles, the front hood has one main job: to protect the engine and provide access for maintenance. Because there's a lot of heat under there, it also has to allow airflow and include thermal shielding so you often see vents, grille openings, and insulation. On the other hand, Electric Vehicles (EVs) do not have a big engine up front. That space is usually turned into a "frunk" (a front trunk), which gives drivers extra storage. Since there is much less heat, EV hoods can be simpler and sleeker, which also helps with aerodynamics. When it comes to doors, ICE vehicles tend to have heavier ones because they need to block out engine noise. EVs are naturally quieter, so instead of thick insulation, they focus on better sealing and fine-tuning NVH (Noise, Vibration, and Harshness) levels. Rear closures

like liftgates and trunks have also evolved in EVs. While they still serve as cargo space, they often include charging equipment, and the flat battery under the floor changes how that space is laid out and used.

2.3. Material Use and Weight Strategy

The choice of materials and weight management strategies for closures vary significantly between ICE and EV platforms. ICE vehicles often use a combination of steel and aluminum in closures, balancing cost with the need for strength and crash performance. Since the engine adds considerable front-end weight, closures are sometimes designed to balance vehicle dynamics. EVs, however, must compensate for the heavy battery packs typically located under the floor. This necessitates aggressive weight-saving measures, leading to broader use of lightweight materials such as aluminum, composite plastics, and even carbon fiber in some premium models. Because the battery provides a lower center of gravity, the structural requirements of closures are adjusted to maintain vehicle stability and range efficiency.

2.4. Design and Integration Aspects

The structural and functional design of closures is influenced heavily by the drivetrain layout. ICE vehicles need robust front-end closures with features like active air vents and heat shields to manage high engine temperatures. Conversely, EVs benefit from reduced cooling needs and can adopt closed grilles or seamless surfaces that enhance aerodynamic performance. Additionally, while both vehicle types feature electronic systems in closures (e.g., window regulators and central locking), EVs are more likely to integrate advanced electronics. These may include motorized opening systems for trunks and flush-mounted door handles that pop out automatically, and soft-close mechanisms all of which contribute to a premium, high-tech user experience. Safety design also differs: ICE vehicles rely on the engine block to absorb crash energy, while EVs must redistribute impact loads across the body structure, often leading to reinforced closure zones and redesigned crumple structures.

2.5. Sustainability and Recyclability Considerations

Environmental considerations are playing a growing role in vehicle design, and closures are no exception. ICE vehicles are gradually adopting more sustainable materials, but cost pressures often keep them reliant on conventional steel. In contrast, EV manufacturers especially those aiming for environmental branding prioritize recyclable and sustainable materials in closures, including bio-based plastics, recycled aluminum, and lightweight composites. Additionally, EVs require unique serviceability features, such as access hatches for battery maintenance, which influence the underbody and sometimes the rear closures. These designs must consider both function and ease of recyclability at the vehicle's end of life [3].



Figure 4. Economic, Environmental & Societal Impacts of EVs [1]

While closures in both ICE and EV vehicles serve common structural and access purposes, their design philosophy diverges significantly due to the differences in powertrain layout, thermal requirements, and market expectations. ICE vehicles focus on integrating engine-related functionality, managing noise, and optimizing cost, whereas EVs emphasize lightweight materials, aerodynamic surfaces, electronic convenience, and sustainable design. As EV technology continues to evolve, closures are becoming more than just protective panels which are integrated systems that contribute to overall efficiency, functionality, and customer experience.

3. Lightweight Materials

The automotive sector is undergoing a significant transformation with a growing focus on incorporating lightweight materials in the manufacturing of electric vehicle components. This movement is largely fueled by the need to improve vehicle performance and efficiency while minimizing energy usage. Materials such as aluminum, carbon fiber, and advanced composites are at the forefront of this shift. Aluminum stands out due to its advantageous properties, including a high strength-to-weight ratio, resistance to corrosion, and excellent recyclability. These characteristics make it an ideal material for electric vehicle parts like structural components and body panels. By substituting heavier substances such as steel with aluminum, manufacturers can achieve considerable weight reductions, which plays a key role in extending the range of electric vehicles.



Figure 5. Future Material Strategies for EVs ^[1]

Lighter vehicles consume less energy during operation, resulting in lower energy usage and enhanced overall efficiency. Carbon fiber represents the next frontier in lightweight material development, offering unmatched strength combined with minimal weight. It is increasingly being used in chassis components and areas requiring rigidity without adding bulk. Although more costly than conventional materials like steel or aluminum, ongoing innovations in production techniques are gradually bringing down costs, making carbon fiber more accessible for widespread use. Additionally, advanced composites are being utilized to leverage the unique benefits of each constituent. These composites can be tailored to meet specific safety and performance standards, giving manufacturers the flexibility to push the boundaries of innovation while complying with regulatory requirements. As the adoption of lightweight materials continues to grow, the export of such components is also expected to rise, with local manufacturers aligning themselves with international trends. This progression not only showcases technological advancement but also highlights a deeper commitment to sustainable practices. Ultimately, reducing vehicle weight significantly contributes to the energy efficiency of electric vehicles.

4. Door Handle Structures

4.1. Flush Door Handles

Flush door handles are designed to sit seamlessly within the car's bodywork, enhancing aerodynamics and providing a sleek appearance. They can operate either mechanically or electronically; some models, like the Tesla Model 3, feature handles that require a press on one side to pivot out, allowing manual access without electronic assistance and in vehicles such as the Tesla Model S and Porsche Taycan, the handles automatically extend when the key fob is nearby or upon touch, thanks to integrated sensors and motors respectively. Key features are aerodynamic efficiency, enhanced security, aesthetic appeal, illumination and haptic feedback and emergency mechanical release. By reducing protrusions, flush handles contribute to lower drag coefficients, which can enhance the vehicle's range in terms of aerodynamic efficiency. When retracted, these handles can deter unauthorized access and tampering. They offer a modern and streamlined look, aligning with the futuristic design language of many EVs. Some systems include lighting to guide users and tactile responses to confirm actions. Lastly, despite their electronic nature, many flush handles incorporate a manual override to ensure access during power failures.



Figure 6. BMW iX Flush Door Handle [5,6]

4.2. Electronic Pop-Up Handles

These type of door handles remain concealed within the door panel and deploy automatically when needed. Their operation is typically governed by electronic systems that detect the presence of the key fob or respond to touch inputs.



Figure 7. Electrically Powered Pop-Up Handle of Zeekr 001 [7]

Advantages of pop-up handles are user convenience, design flexibility, integration with smart systems; automatic deployment simplifies entry, especially when hands are occupied, manufacturers can create cleaner side profiles without compromising functionality and handles often work in tandem with smartphone apps and passive entry systems, allowing for features like remote unlocking.

In terms of safety considerations, as they rely on electronic systems, it is crucial to have backup mechanisms in case of battery failure and this provides power dependency. Also, manufacturers have developed solutions to ensure reliable operation even in extreme temperatures, incorporating features like ice-breaking functions to deal with harsh environmental factors.

5. Manufacturing Techniques Advancing with EVs

Specialty components and small-batch EVs are increasingly being investigated using hot stamping, hydroforming, and additive production (3D printing), particularly for closures with intricate geometries.

5.1. Hot Stamping in EV Closures

Hot stamping, also known as press hardening, is a manufacturing process that involves heating boron steel sheets to around 900°C, forming them in a cooled die, and rapidly quenching to produce ultra-high strength components with martensitic microstructure. This process is increasingly used in electric vehicle (EV) body closure part manufacturing due to its ability to combine lightweight design with exceptional strength. EVs require structural components that can offset the added weight of battery packs while ensuring high crash performance and passenger safety. Hot stamped parts, such as door intrusion beams, hinge reinforcements, and inner panels, provide excellent energy absorption and intrusion resistance, especially in side impacts. The process also allows for the creation of complex geometries that would be difficult to achieve with traditional cold stamping methods. As a result, hot stamping plays a vital role in improving the structural efficiency and safety of EV body closures without compromising on design flexibility.



Figure 8. A Sample of Hot-Stamped Aluminum [8]

For example, Tesla employs a hot-stamped aluminum alloy for several structural components, including the rear closure parts of the Model Y. After stamping process, the result is ultra-high-strength parts that maintain a lightweight profile. This approach not only enhances crash performance in critical tailgate areas but also allows for reduced material thickness, contributing to overall vehicle efficiency [9].

5.2. Hydroforming in EV Body Parts

Hydroforming is a metal forming technique that is ideal for producing electric vehicle (EV) body closure parts because it shapes ductile metals into intricate and lightweight structures using high-pressure hydraulic fluid. Hydroforming allows for the production of complex, structurally optimized components with consistent wall thickness and great dimensional precision by applying fluid pressure to a metal tube or sheet that is positioned inside a die.

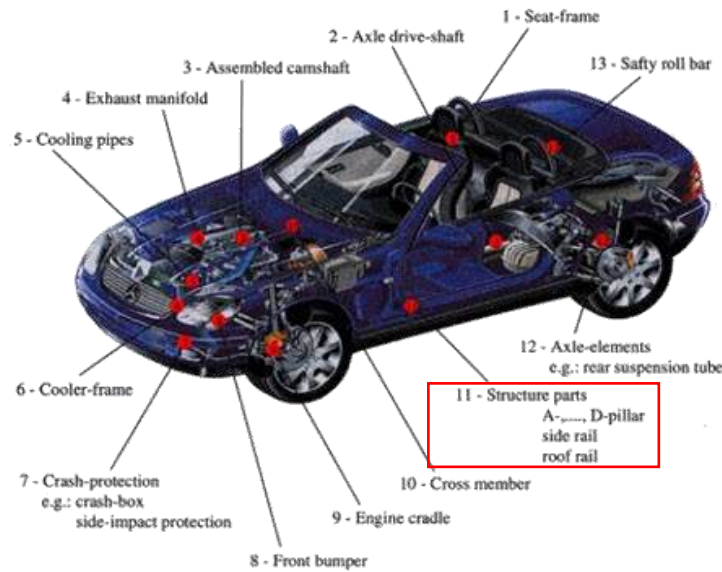


Figure 9. Hydroformed Vehicle Components [10]

This method is especially helpful for EVs, since increasing range and energy efficiency requires weight reduction without sacrificing strength. A- and B-pillars, roof rails, door reinforcements, and hood frames are examples of hydroformed components that provide exceptional crash performance and permit design freedom in constrained packing areas surrounding batteries and electric drivetrains. The procedure also makes it easier to combine several functions into a single part, which lowers the number of parts and enhances manufacturing efficiency and overall structural integrity.

General Motors has integrated hydroformed aluminum parts, including as roof rails and door ring reinforcements, into the Bolt's body construction. Hydroforming is a manufacturing process that forms

tubes or sheet metals into intricate, hollow shapes inside a die chamber using a high-pressure fluid. Lightweight components with improved torsional stiffness are produced using this technique, which makes them ideal for closures that need to support huge loads during collisions or ordinary use.

5.3. Additive Manufacturing (3D Printing)

The method of 3D printing, also known as additive manufacturing, uses materials like polymers, metals, or composites to build components layer by layer from a digital model. During the development and production stages, it provides notable benefits in the fabrication of electric vehicle (EV) body closure parts. It allows for speedy design validation without the need for expensive equipment by enabling rapid prototyping of components like door knobs, hinges, or trim elements.

The technique facilitates the development of complicated, lightweight geometries through topology optimization, which is essential for lowering the total mass of the vehicle and increasing energy efficiency. Furthermore, for concept or low-volume vehicles, 3D printing provides customization options and enables the integration of several functions into a single component. Because of its speed, versatility, and lack of tooling, it is becoming a more and more useful tool in the creation of sophisticated EV body closures.



Figure 10. Toyota uBox Electric Car ^[11]

In partnership with Toyota Motors, students created the Toyota Ubox, a 3D-printable automobile. A two-year partnership with Toyota produced the modular and customized component design known as Toyota Ubox. The vehicle makes use of traditional, functioning elements, and Toyota has played with 3D-printed interiors [11].



Figure 11. Low Speed Electric Vehicle by XEV & Polymaker ^[12]

The world's first mass-produced 3D-printed automobile, the LSEV (Low-Speed Electric Vehicle), was created by Chinese 3D printer Polymaker and Italian electric vehicle manufacturer XEV. With the exception of the tires, windows, and seats, the whole car's exterior and interior have been 3D printed. The 57 exterior and interior 3D-printed components that make up the LSEV electric vehicle were finished in three days. The low cost and creative freedom of this 3D-printed electric vehicle make it advantageous [12].

5. Conclusion

Keeping pace with these emerging trends will not only improve the outlook for companies engaged in the manufacturing and export of electric vehicle components but also equip them to navigate upcoming challenges effectively. In summary, the path forward for EV parts signals ongoing advancement, requiring all players in the automotive sector to maintain a flexible and responsive mindset. Prioritizing innovation and sustainable practices will be essential to gaining a competitive advantage in this fast-evolving environment. It is imperative for every stakeholder to acknowledge these developments and take proactive measures to stay ahead of the transformative changes shaping the industry's future.

References

- 1- Mohanty, A. K., Vivekanandhan, S., Tripathi, N., Roy, P., Snowdon, M. R., Drzal, L. T., & Misra, M. (2023). Sustainable composites for lightweight and flame-retardant parts for electric vehicles to boost climate benefits: a perspective. *Composites Part C: Open Access*, 12, 100380.
- 2- Industry Today. (2022, December 9). Automotive lightweighting with aluminum closures. Industry Today - Leader in Manufacturing & Industry News. <https://industrytoday.com/automotive-lightweighting-with-aluminum-closures/>
- 3- Czerwinski, F. (2021). Current trends in automotive lightweighting strategies and materials. *Materials*, 14(21), 6631.
- 4- Lee, J., Chua, P. C., Chen, L., Ng, P. H. N., Kim, Y., Wu, Q., . . . Moon, S. K. (2023). Key enabling technologies for smart factory in automotive industry: status and applications. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Smart Technology*, 1(1), 93–105. <https://doi.org/10.57062/ijpem-st.2022.0017>

- 5- Button in exterior door handle. (2023b, November 28). Retrieved from <https://www.ixforums.com/threads/button-in-exterior-door-handle.1401/>
- 6- Huf equips BMW iX with flush door handles | Huf Group. (2022, February 2). Retrieved from <https://www.huf-group.com/en/newsroom/huf-equips-bmw-ix-flush-door-handles>
- 7- Ruffo, G. H. (2023, October 7). Why Do We Have Cars With Manual Releases Instead of Traditional Door Handles? Retrieved from <https://www.autoevolution.com/news/why-do-we-have-cars-with-manual-releases-instead-of-traditional-door-handles-222375.html>
- 8- Bachman, K. (2016, March 28). What's sizzling in hot stamping? <https://www.thefabricator.com/>.
<https://www.thefabricator.com/thefabricator/article/bending/what-s-sizzling-in-hot-stamping->
- 9- Tesla Model 3 teardown and Benchmarking report available for purchase - MarkLines automotive industry portal. (n.d.). https://www.marklines.com/en/teardown/munro-tesla-model3#ffq_report
- 10- Giedraitytė, G. (2019, November 27). Metals hydroforming: a look at the automotive industry » GASVESSEL. GASVESSEL. <https://www.gasvessel.eu/events/metals-hydroforming-a-look-at-the-automotive-industry/>
- 11- Branman, M. (2017, December 26). Toyota's uBox is the all-electric vehicle your kids may drive someday. Digital Trends. <https://www.digitaltrends.com/cars/toyota-ubox-electric-concept/>
- 12- S, A., & S, A. (2023, November 10). 10 innovative 3D printed cars - PA | Architecture & Technology. PA | Architecture & Technology. <https://parametric-architecture.com/10-innovative-3d-printed-cars-examples-of-modern-technology-in-the-automotive-industry/>

Elektrikli Araçlarda Tekerleğin Açılma Kursu Boyunca Oluşan Ön Süspansiyon Sesinin İyileştirilmesi

Mustafa Tüfekçi*, Mesut Aydın*, Zafer Güler*

*Tofaş Türk Otomobil Fabrikası Arge Merkezi

Özet

Batarya Elektrikli Araçların (BEV) küresel otomotiv pazarındaki hızlı yükselişiyle birlikte, bu araçlardan beklenen sürüş konforu ve NVH (Gürültü, Titreşim, Sertlik) performansı da çok önemli seviyelere ulaşmıştır. Elektrikli araçların içten yanmalı motorlara kıyasla doğası gereği çok daha sessiz çalışması, hem iç hem de dış kaynaklı seslerin daha belirgin hale gelmesine neden olmaktadır. Bu durum, süspansiyon sistemlerinin NVH performansını, genel araç kalitesinde daha kritik bir faktör haline getirmiştir. Geleneksel süspansiyon tasarımı genellikle mekanik dayanım ve yol tutuş özelliklerine daha fazla odaklanırken, BEV araçlar ile birlikte NVH performansı artık temel bir tasarım kriteri olarak öne çıkmaktadır.

Bu bildiri, geliştirilmekte olan bir BEV prototipinin ön süspansiyon sisteminde tespit edilen özgül bir ses probleminin giderilmesine yönelik bir geliştirme çalışmasını sunmaktadır. Yapılan detaylı analizler sonucunda söz konusu sesin temel kaynağının amortisör yapısı olduğu belirlenmiştir. Konfor ve yol tutuş açısından temel işlevlere sahip olan amortisör ve yay bileşenleri, aynı zamanda süspansiyon kaynaklı ses oluşumunda da önemli rol oynamaktadır.

Çalışma kapsamında araç seviyesi testler, NVH bench testleri ve yapılan tasarım değişikliklerinin ses performansı üzerindeki etkileri bütünsel olarak ele alınmış; BEV araçlarda NVH beklentilerine ulaşmada amortisör-yay tasarımının kritik rolü vurgulanmıştır. Çalışma sonucunda, NVH performansının iyileştirilmesi için amortisör-yay sisteminde tasarım revizyonları yapılmıştır. Bu sayede ses kaynaklarından bir tanesi 100% ortadan kaldırılırken çalışma prensibi gereği ortadan kaldırılamayacak ses karakteristiğinde 50% üzerinde iyileşme sağlanarak sınır değerlerin altına indirgenmiştir.

Improvement of front suspension noise during rebound travel in a BEV passenger car

Abstract

As Battery Electric Vehicles (BEVs) rapidly increase their share in the global market, expectations regarding ride comfort and NVH (Noise, Vibration, Harshness) performance have reached highly significant levels. Due to the inherently quieter operation of electric vehicles compared to internal combustion engine vehicles, both interior and exterior noise sources have become more noticeable. As a result, the NVH performance of suspension systems has become a more critical factor in overall vehicle quality. While conventional suspension design has typically focused on mechanical durability and handling characteristics, NVH performance has now emerged as a fundamental design criterion with the advent of BEVs.

This paper presents a development study aimed at resolving a specific noise issue identified in the front suspension system of a BEV prototype under development. Detailed analyses revealed that the primary source of the noise was the damper structure. While dampers and springs serve essential functions for ride comfort and handling, they also play a significant role in noise generation originating from the suspension system.

Within the scope of the study, vehicle-level tests, NVH bench tests, and the impact of design changes on acoustic performance were evaluated holistically. The critical role of damper-spring design in achieving NVH expectations in BEV vehicles is emphasized.

As a result of the study, design revisions were made to the damper-spring system to improve NVH performance. One of the noise sources was completely eliminated (100%), and a noise characteristic that could not be entirely removed due to its operating principle was improved by more than 50%, bringing it below the threshold limits.

Giriş

Batarya Elektrikli Araçlar (BEV), küresel otomotiv endüstrisinin dönüşümünde kilit rol oynayan teknolojilerden biri haline gelmiştir. Bu dönüşüm, yalnızca çevresel sürdürülebilirlik hedefleriyle değil, aynı zamanda tüketici beklentilerindeki değişimle de şekillenmektedir. BEV araçlar, içten yanmalı motorlara kıyasla çok daha sessiz çalışmaları sayesinde kullanıcıya daha rafine bir sürüş deneyimi sunarken, bu sessizlik aynı zamanda araçtaki diğer ses kaynaklarının daha belirgin hale gelmesine yol açmaktadır [1].

Özellikle süspansiyon sistemlerinden kaynaklanan darbe ve titreşim kaynaklı sesler, BEV araçlarda çok daha duyulabilir hale gelmiştir. Zhang ve ark. [1], BEV süspansiyonlarında düşük frekanslı titreşimlerin kabin içi ses konforunu olumsuz etkilediğini deneysel olarak göstermiş; darbe anlarında oluşan kısa süreli rezonansların sürücü algısında ciddi fark yarattığını vurgulamıştır. Geleneksel araçlarda motor sesi, bu tür sesleri kısmen maskeleyebilirken, BEV’lerde bu maskeleyici etkisi bulunmadığı için pasif sistemlerin (örneğin süspansiyon) NVH açısından performansı ön plana çıkmaktadır.

Bäker [2], elektrikli araçlar için yapılan NVH mühendisliğinde, motor gürültüsünün ortadan kalkmasıyla birlikte yol sesi, inverter uğultusu ve süspansiyon kaynaklı seslerin daha sistematik biçimde ele alınması gerektiğini belirtmektedir. Bu yaklaşım, BEV platformlarında akustik konforun artık aracın temel tasarım kriterlerinden biri haline geldiğini ortaya koymaktadır.

Süspansiyon sistemleri, taşıt dinamiği ve sürüş konforu açısından hayati öneme sahip olmakla birlikte, NVH performansında da belirleyici rol oynamaktadır. Özellikle amortisör ve yay bileşenleri, titreşimlerin kabine iletiminde önemli rol oynamakta ve bu nedenle dikkatli şekilde optimize edilmelidir. Sasaki ve ark. [3], BEV’lerde amortisör valf yapısında ve yay karakteristiklerinde yapılan küçük değişikliklerin, araç içi gürültüyü anlamlı ölçüde azalttığını ve sürüş konforunu iyileştirdiğini göstermiştir.

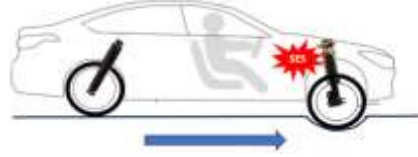
Bu bağlamda, geliştirilen bu çalışmada, bir BEV prototipinin ön süspansiyon sisteminde tespit edilen özgül bir ses probleminin kaynağı analiz edilerek, amortisör-yay sisteminde yapılan tasarım revizyonları sayesinde NVH performansının nasıl iyileştirildiği sunulmaktadır. Elde edilen bulgular, BEV’lerde süspansiyon bileşenlerinin tasarımının yalnızca mekanik değil, akustik hedefler doğrultusunda da optimize edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Yöntem

1. Problem Tanımı

Problem tanımlanırken öncelikle ‘ne, nerede, ne zaman, nasıl, ne kadar ve kim’ soruları sorulmuştur. Ön seri üretimler sırasında üretilen bir BEV aracının ön süspansiyonunda hattan çıkan her araca uygulanan, kalite test pistinde yapılan kontroller sırasında bir ses geldiği tespit edilmiştir. Ses, araç çukura girdiğinde

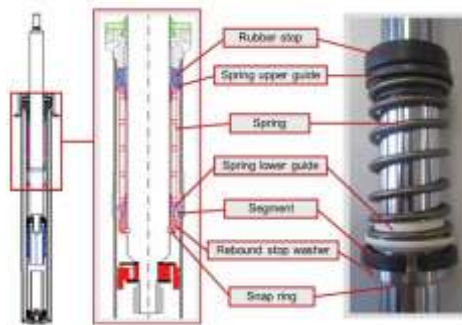
tekerlek açılması sırasında meydana gelmektedir. Aşağıdaki görselde de sesin oluşma anındaki durumu görebilirsiniz. İdeal durumda aracın çukurlardan geçerken tekerlek açılması esnasında süspansiyonun sessiz bir şekilde çalışması beklenirken mevcut durumda bu aşamada sürücü ve yolcu rahatsız edebilecek seviyede ses meydana gelmektedir.



Şekil 1. Ses oluşma anı

2. Mevcut Durum Analizi

Öncelikle sesin amortisörden geldiği düşünülmektedir. Çünkü bu ön seri üretimle birlikte amortisörde hidrolik durdurucu parçası kullanılmaya başlanmıştır. Amortisör sistemlerinde, strok limitlerine yakın konumlarda oluşabilecek sert darbeleri sönmölemek amacıyla hidrolik durdurucu grubu (hydraulic stopper system) kullanılmaktadır. Bu sistem, amortisör pistonunun açılma (rebound) hareketinin sonlarına yaklaştığında devreye girerek, akışkanın daha dar kanallardan geçmesini sağlar ve böylece hidrolik dirençte ani bir artış yaratır. Bu direnç artışı sayesinde piston hareketi yumuşatılır, darbenin enerjisi kademeli olarak sönmölenir ve hem süspansiyon bileşenleri aşırı yüklemelere karşı korunur hem de araç içinde hissedilen ani vuruş etkisi azaltılır. Özellikle BEV araçlarda motor kaynaklı gürültünün düşük olması nedeniyle bu tür sınır darbeleri daha belirgin hale geldiğinden, hidrolik durdurucu grubunun varlığı sürüş konforu ve NVH performansı açısından kritik bir rol oynamaktadır. Aşağıdaki şekilde örnek bir hidrolik durdurucu alt bileşenleri ile birlikte paylaşılmıştır.



Şekil 2. Örnek Hidrolik Durdurucu Grubu

Sorunun kaynağını doğrulamak amacıyla, aynı platformda yer alan başka bir prototip araçla **karşılaştırmalı bileşen değişimi (swap metodu)** uygulanmıştır. Bu kapsamda, mevcut araçta sesin gözlemlendiği amortisör, aynı geometrik özelliklere sahip ancak **hidrolik durdurucu grubu içermeyen** alternatif bir amortisör ile değiştirilmiştir. Yapılan test sürüşleri sonucunda, söz konusu karakteristik sesin tamamen ortadan kalktığı gözlemlenmiştir. Bu durum, sesin kaynağının hidrolik durdurucu grubundaki alt parça yapısı veya sıvı dinamiği ile ilişkili olduğunu güçlü şekilde ortaya koymuştur. Aynı test prosedürü, ters yönde de uygulanmış; sessiz araç üzerine hidrolik durduruculu versiyon takıldığında sesin yeniden

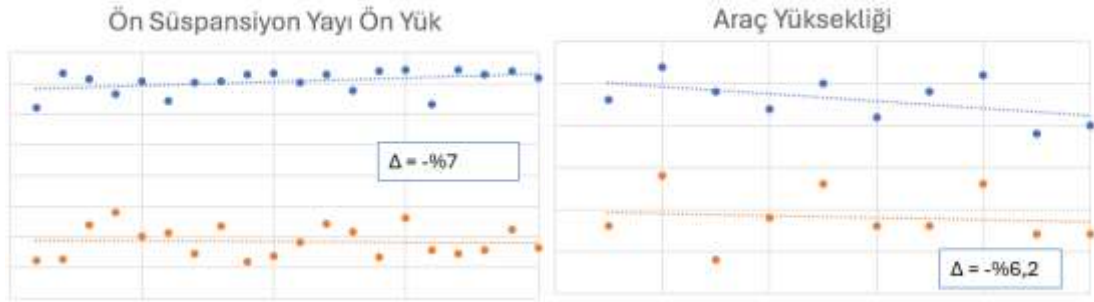
oluştugu doğrulanmıştır. Bu karşılıklı swap senaryosu, problemlı akustik davranışın doğrudan amortisör iç yapısından kaynaklandığını açık şekilde teyit etmiştir.

Yapılan test sürüşleri sırasında, aracın düşük hızlarda kasislerden çıkarken veya küçük çukurlara girerken süspansiyon sisteminden rahatsız edici düzeyde bir vuruntu sesi geldiği tespit edilmiştir. Detaylı analizler sonucunda, bu sesin, amortisörün strok sonlarına yaklaşırken **hidrolik durdurucu grubunun ani ve sert biçimde devreye girmesiyle** oluştuğu belirlenmiştir. Hidrolik durdurucunun oluşturduğu ani direnç artışı, hidrolik durdurucu grubunda bulunan yay sisteminde hızlı bir kuvvet geri iletimi meydana getirmekte; bu da özellikle yayın alt ve üst sarımlarının çevre bileşenlerle temas ederek darbe tipi bir ses üretmesine yol açmaktadır. Söz konusu ses, hem araç içinde hem de dışında belirgin şekilde algılanmakta olup, BEV araçlardaki sessizlik karakteristiği nedeniyle kullanıcı konforunu olumsuz etkileyecek seviyeye ulaşmaktadır. Ayrıca aşağıdaki şekilde gösterilen yol datası test makinelerinde de girdi olarak verilmiş olup denemeler yapılmış ve hidrolik durdurucuya sahip amortisörlerde sesin oluşum test makinelerinde de gerçekleştirilmiştir.



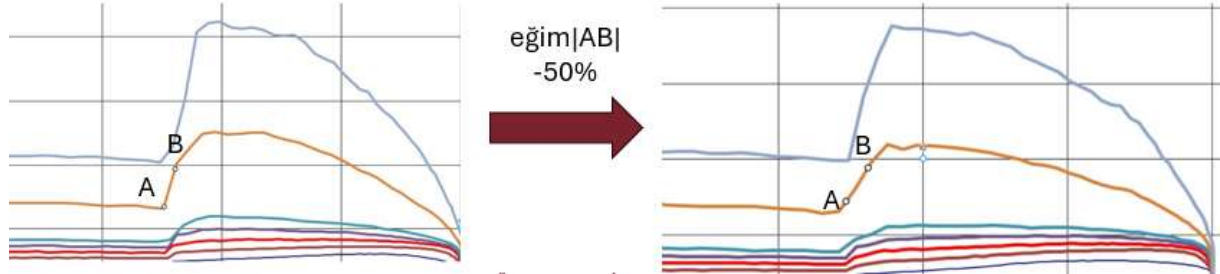
Şekil 3. Yol datası

İlgili fenomenin temel nedenini ortaya koymak amacıyla yapılan sistematik incelemeler sonucunda, araçların statik yükseklik değerlerinin tanımlı tolerans aralığının üst sınırına yaklaştığı durumlarda, amortisör açılma kursunun efektif olarak azaldığı belirlenmiştir. Bu durum, özellikle düşük frekanslı yol darbelerinde (örneğin kasis çıkışları ve küçük çukur geçişleri) hidrolik durdurucu grubunun beklenenden daha erken devreye girmesine neden olmakta; bunun sonucunda da yayı ani şekilde geri bastırarak çevresel bileşenlerle temas etmesine ve rahatsız edici bir darbe sesi oluşmasına yol açmaktadır. Alternatif yay konfigürasyonları ile yapılan karşılaştırmalı testlerde, **ön yük değerinin yaklaşık 7% azaltılmasıyla araç yüksekliği %6.2 düşmüştür. Bu düşüş sayesinde amortisör açılma kursu 25% artmıştır** ve ses fenomeninin belirli koşullarda ortadan kalktığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, amortisör-hidrolik durdurucu etkileşiminin, süspansiyon geometrisinin dinamik çalışma koşullarıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermiştir. Aşağıdaki şekilde ön yük düşürülmesiyle elde edilen araç yükseklikleri farklı gösterilmiştir.



Şekil 4. Araç yüksekliğinin ön yük ile birlikte değişimi

Yapılan gözlem ve testler doğrultusunda, fenomenin ikinci temel kaynağının hidrolik durdurucu yaydan kaynaklanan iki farklı alt etkiden oluştuğu belirlenmiştir. İlk olarak, kullanılan yüksek sertlikteki hidrolik durdurucu yayların darbe anında aşırı rijit tepki vermesi, süspansiyon sisteminde yayılan enerjinin ani boşalmasına neden olarak darbe tipi sesin şiddetini artırmıştır. Alternatif olarak **30% daha düşük sertlikte yaylar** ile yapılan karşılaştırmalı testlerde sınırlı da olsa ses seviyesinde azalma gözlemlenmiş; bu durum, yay sertliğinin NVH performansı üzerindeki etkisini ortaya koymuştur. Yayıdaki sertlik miktarı düştüğünde kuvvet yer değiştirme grafiğindeki kuvvet geçiş alanındaki eğrinin düşüşü aşağıdaki şekilde paylaşılmıştır.



Şekil 5. Kuvvet yer değiştirme eğrisindeki değişim

İkinci olarak, serbest halde çalışan (loose-fit) hidrolik durdurucu yayların metal yüzeylerle teması sonucu metal-metal çarpma karakterinde bir sesin oluştuğu tespit edilmiştir. Aynı geometriye ve malzemeye sahip, ancak **sıkı geçme (press-fit) ile konumlandırılmış yaylar** ile yapılan testlerde ise bu metalik sesin şiddetinde belirgin bir azalma sağlanmıştır. Her iki durumda da, sistematik olarak orijinal yapı geri yüklendiğinde sesin yeniden ortaya çıkması, yapılan değişikliklerin fenomen üzerindeki etkisini doğrular nitelikte olmuştur. Bu bulgular yay sertlik değeri ve montaj karakteristiğinin de süspansiyon NVH performansı açısından kritik tasarım parametreleri olduğunu ortaya koymuştur.

Yapılan analizler sonucunda oluşan neden sonuç diyagramı da aşağıdaki şekilde paylaşılmıştır.



Şekil 6. Neden Sonuç Diyagramı

3. Karşı Önlemler

Tanımlanan NVH problemlerinin kök-neden analizleri sonucunda, ön süspansiyon amortisörüne ait hidrolik durdurucu grubunda tasarım ve ayar revizyonlarına gidilmiştir. İlk adımda, araç statik yüksekliğini sınır içinde tutmak amacıyla ön yay **ön-yükü yaklaşık %7 azaltılarak sürüş yüksekliği %6,2 düşürülmüş**; böylece **amortisörün açılma kursu %25 artmış** ve durdurucunun erken devreye girme eğilimi ortadan kaldırılmıştır. Ardından, hidrolik durdurucu yayının aşırı rijit tepkisini yumuşatmak için **yay sertliği yaklaşık %30 düşürülmüş**, ayrıca **serbest (loose-fit) montaj yerine sıkı geçme (press-fit)** uygulanarak metal-metale çarpma kaynaklı sesler elimine edilmiştir. Bu bütünlük değişikliği paketi, hidrolik durdurucunun strok sonu darbe enerjisini kademeli sönmülmesini sağlarken yay sarımlarının çevre bileşenlerle temasını engellemiş, böylece hem vuruş sesini hem de yol darbesi hissini belirgin biçimde azaltmıştır; sonuçta BEV platformundaki sessizlik hedefleri ile sürüş konforu gereksinimleri eşzamanlı olarak karşılanmıştır.

Sonuç-Yorum

Yapılan kapsamlı analizler ve uygulanan tasarım iyileştirmeleri sonucunda, tanımlanan NVH fenomeniyle ilgili tüm aksiyonlar hayata geçirilmiştir. Araçlar, fenomenin başlangıçta tespit edildiği aynı yol koşulları ve sürüş senaryolarında tekrar test edilmiş ve yapılan değişiklikler sonrası hiçbir araçta problem tekrar gözlemlenmemiştir. Özellikle ön yay ön-yükünün optimize edilmesi, amortisör açılma kursunun artırılması, hidrolik durdurucu yay sertliğinin azaltılması ve montaj karakteristiğinin iyileştirilmesi gibi kritik müdahaleler, darbe kaynaklı vuruş seslerinin tamamen ortadan kalkmasını sağlamıştır. Bu iyileştirmelerin ardından araç, seri üretime alınmış ve sahadaki kalite kontrolleri süresince kullanıcı tarafından iletilen herhangi bir NVH şikayeti ile karşılaşılmamıştır. Elde edilen sonuçlar, amortisör-hidrolik

durdurucu sistem tasarımının, özellikle BEV platformlarında NVH açısından ne denli belirleyici olduğunu açıkça ortaya koymuştur.

Yapılan bu çalışma, elektrikli araçlar gibi sessizlik beklentisi yüksek platformlarda süspansiyon sistemlerinin NVH karakteristiğinin ne denli kritik hale geldiğini güçlü biçimde ortaya koymaktadır. Hidrolik durdurucu sistemine odaklanan analitik yaklaşım, sadece sorunun kaynağını tespit etmekle kalmamış, aynı zamanda uygulanabilir ve üretime entegre edilebilir çözümler geliştirilmesini sağlamıştır. Swap yöntemiyle yapılan araç üstü doğrulamalar ile farklı yay sertliği ve montaj konfigürasyonlarının etkileri detaylı şekilde incelenmiştir. Bu yaklaşım, gelecekte benzer NVH problemleriyle karşılaşan mühendislik ekiplerine metodolojik bir referans sunmakta ve tasarım-doğrulama döngüsünün önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Özellikle dinamik çalışma koşulları altındaki komponent etkileşimlerinin doğru analiz edilmesi, yalnızca ses konforunun değil, genel sürüş kalitesinin de sürdürülebilir şekilde iyileştirilmesini mümkün kılmıştır.

Kaynakça

1. Zhang, X., Wu, Y., Wang, Y., & Li, C. (2023). *Noise characteristics and vibration response analysis of electric vehicle suspension systems*. *Sensors*, 23(12), 5861. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10358619>
2. Bäker, B. (2021). *Acoustic Engineering for Electric Vehicles*. In: *Electric Vehicle Systems*. Springer Vieweg, Wiesbaden. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-27669-0_1
3. Sasaki, S., Morita, T., & Matsuura, K. (2018). *Development of a Front Suspension for Improved Ride Comfort and Handling in an Electric Vehicle*. SAE Technical Paper 2018-01-1510. <https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2018-01-1510>

Safety Validation of Automotive Airbags: Methods, Objectives, and Performance Assessment

Serena ÇEVİKEL¹, Barış ŞENOL²

¹E-mail: serena.cevikel@tofas.com.tr; Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. R&D Center, Bursa/ Türkiye.

²E-mail: baris.senol@tofas.com.tr; Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. R&D Center, Bursa/ Türkiye.

Özet

Otomotiv sektöründe, özellikle güvenlik alanındaki parçaların testlerinin detaylı bir şekilde incelemesi ve validasyonunu gerçekleştirilmesinin yapılması gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, otomotiv sektöründe kullanılan hava yastıklarının güvenlik doğrulama sürecinde uygulanan test türlerini sistematik bir şekilde incelemesini gerçekleştirmektedir. Hava yastıkları, araç içindeki yerlerine ve işlevlerine göre çeşitli testlere tabi tutulurlar. Yapıları gereği, direksiyon, yolcu, perde, diz ve koltuk içi hava yastığı türlerinin her biri için farklı test ihtiyaçları vardır. Her bir hava yastığı tipi için uygulanabilecek testler, bu bildiride teknik ayrıntıları veya uygulama koşulları olmadan açıklanacaktır. Çalışma, malzeme ve hava yastığı bilgilerini içermeyecek ve yalnızca test türlerini sistem bazlı olarak sınıflandıracaktır. Bu yöntem, mühendislik doğrulama sürecinin airbag sistemleri için nasıl şekillendiğini gösterecektir.

Anahtar Kelimeler: Airbag, güvenlik testleri, otomotiv, performans doğrulama, yolcu koruması

Abstract

In the automotive industry, especially in the safety area, the tests of parts need to be examined in detail and validated. The purpose of this study is to systematically examine the types of tests applied in the safety verification process of airbags used in the automotive sector. Airbags are subjected to various tests according to their location and function in the vehicle. Due to their structure, there are different testing needs for each type of airbags such as steering wheel, passenger, curtain, knee and seat. The tests that can be applied for each type of airbag will be explained in this report without

technical details or application conditions. The study will not include material and airbag information and will only classify the test types on a system basis. This method will show how the engineering verification process is shaped for airbag systems.

Keywords: Airbag, automotive, occupant protection, performance validation, safety testing

INTRODUCTION

Road traffic injuries remain a leading cause of death worldwide, with approximately 1.19 million fatalities per year (World Health Organization [WHO], 2023). To mitigate injury and fatality risks in crashes, modern vehicles employ a range of passive safety features. Chief among these are airbag systems, which work in tandem with seat belts to protect occupants during collisions. Airbags are inflatable cushions that deploy in milliseconds during a crash, preventing occupants from striking hard interior surfaces. Numerous studies confirm their life-saving benefits. For example, the National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) estimates that frontal airbags have saved over 50,000 lives in the United States from 1987 to 2017 (National Center for Statistics and Analysis [NCSA], 2023). In frontal crashes, the combination of an airbag and a seatbelt significantly reduces the risk of fatal injury – by around 29–32% for front occupants relative to no restraint (Viano, 2024). Airbags thus play a critical role in reducing severe injuries, especially head and chest trauma, contributing to major declines in occupant fatality rates (Viano, 2024). At the same time, early challenges (such as injuries from first-generation airbags to out-of-position occupants) prompted improved designs and advanced deployment strategies, making today's airbags far safer and more effective (Viano, 2024).

Modern vehicles may contain a network of different airbag modules positioned throughout the cabin, each tailored to specific crash scenarios and occupant protection needs. Key types of airbags include:

Frontal airbags are mounted in the steering wheel for the driver and in the dashboard for the front passenger. They deploy in moderate-to-severe frontal impacts to cushion the head and chest, preventing contact with the steering wheel, dashboard, or windshield. Driver and passenger airbags have been mandatory in many regions (e.g., all new US cars since 1999) and have greatly reduced head and thoracic injuries in head-on collisions (Viano, 2024). Advanced frontal airbag systems now adjust deployment force based on crash severity, occupant size, and seat-belt use.

Side airbags are usually integrated into the outboard side of the seat or door trim and deploy laterally to protect the torso and sometimes the pelvis during side collisions. They cushion the occupant's ribcage and abdomen from intruding structures, spreading impact forces and reducing localized trauma (McMurry, Forman, Shaw, & Crandall, 2020).

Curtain airbags deploy downward from the roof rails above the side windows like a curtain. They are designed to shield the head and neck in side impacts or rollovers, preventing contact with the window glass or external objects. Curtain airbags usually extend across both front and rear side windows, protecting multiple occupants (Viano, 2024).

Knee airbags are installed in the lower dashboard or below the steering column and deploy to protect the lower extremities. They distribute impact forces across the legs and prevent the knees from striking the dash, reducing the risk of femur, knee, and tibia fractures (McMurry et al., 2020).

Seat-integrated airbags encompass newer designs integrated into seats or seatbelts. For instance, side airbags mounted in the seat bolster protect the torso and even the head (Viano, 2024). Inflatable seat-belt airbags distribute force across a wider area of the chest, reducing the risk of rib fractures (Sundararajan, Rouhana, Board, Desmet, & Prasad, 2011).

Ensuring that all these airbag systems function correctly under real-world crash conditions is a complex engineering and validation challenge. Safety validation involves rigorous testing to verify that the airbags will deploy as intended and provide protection for occupants of various sizes and positions. Engineers must account for a wide range of crash scenarios and align designs with regulatory crash test standards (Feng, 2016).

In addition to regulatory crash tests, airbag systems are validated under various environmental and durability conditions. Manufacturers conduct deployments in physical crash tests and simulations to ensure consistency and refine airbag performance (Feng, 2016). This validation process ensures that in a real crash, the airbags will effectively safeguard passengers across different seats and scenarios.

Developing an airbag system that meets all these safety criteria involves close interplay between design and testing. Despite these complexities, the evolution of airbag technology—from rudimentary designs to today's smart systems—has proven to be one of the greatest success stories in automotive safety. This paper focuses on the safety validation of automotive airbag systems with special emphasis on passenger protection.

METHOD

The validation program for automotive airbags was structured around airbag type and test category, using a mix of component-level and full-scale crash tests. Each airbag system—frontal, side/curtain, knee, and seat/belt-integrated—was tested across multiple scenarios to reflect real-world crash conditions and occupant variability. Tests included static deployments, dynamic crash tests (sled and full-vehicle), and out-of-position (OOP) simulations using anthropomorphic test dummies (ATDs) of different sizes. Environmental and durability testing complemented the crash performance validation, ensuring long-term reliability under varying conditions.

Frontal Airbags (Driver and Passenger)

Frontal airbags were validated through full-frontal and offset crash tests, sled simulations, and static deployments. Crash tests measured injury criteria such as head acceleration and chest compression, ensuring airbags deployed effectively across occupant sizes and seating positions. Static tests characterized inflation dynamics and coverage. OOP scenarios were simulated to assess safety for occupants seated too close to the airbag module. Both belted and unbelted configurations were tested to evaluate interaction with seatbelt systems, including pretensioners and load limiters.

Side and Curtain Airbags

Side thorax airbags and curtain airbags underwent targeted side-impact and rollover tests. These included broadside collisions with mobile barriers, narrow pole impacts, and rollover simulations using dynamic rigs. The aim was to confirm timely deployment and full coverage of the head and torso. Curtain airbags were also evaluated for extended inflation during multi-roll scenarios. Static tests validated deployment patterns and physical coverage relative to occupant positions, and OOP evaluations ensured no excessive forces were exerted on occupants near the airbag modules.

Knee Airbags

Knee airbags, located beneath the dashboard, were validated for lower limb protection during frontal crashes. Integrated into frontal crash testing, these airbags were assessed using dummies with instrumented legs to measure femur forces and knee displacements. Static deployment tests ensured the airbag provided appropriate cushioning across various seat adjustments. Tests included both belted and unbelted conditions, reflecting real-world variability in restraint usage and confirming that the airbags helped mitigate forward movement and leg injuries.

Seat-Integrated and Belt-Integrated Airbags

Seat-integrated airbags (side or center) and belt-integrated airbags (inflatable seatbelts) required adapted validation approaches. Seat-mounted airbags were tested in side impact scenarios with seats adjusted to multiple positions, verifying consistent coverage and proper deployment path through upholstery seams. Belt airbags were assessed during sled-based frontal crash tests using rear-seat dummies, with focus on chest load reduction and timely inflation. Compatibility with child seats and performance in OOP scenarios were also reviewed. Durability was validated through repeated seat and belt usage cycles.

Dummy Instrumentation and Scenario Diversity

A wide range of ATDs was employed to simulate real-world occupant variation—including 5th percentile females, 50th percentile males, 95th percentile males, and child dummies. Each dummy was equipped with sensors to record accelerations, forces, and deflections during crash events. Testing covered multiple impact speeds, angles, and occupant postures (e.g., leaning forward or sideways), allowing the team to evaluate airbag effectiveness across a broad spectrum of conditions and confirm injury metrics were within regulatory thresholds for all occupant types.

Environmental and Durability Testing

To ensure system reliability under all conditions, airbag modules were exposed to extreme hot and cold temperatures, high humidity, accelerated aging, thermal cycling, and mechanical vibration. Post-conditioning deployment tests confirmed that inflators fired properly and that cushions maintained integrity. Additional validation included drop and shock resistance, belt flexing cycles, and electrical system robustness under voltage fluctuations and electromagnetic interference. These tests collectively confirmed that each airbag system remained functional after prolonged use and environmental stress.

FINDINGS

Across the test matrix, all airbag modules demonstrated consistent deployment characteristics with no instances of abnormal inflation or timing delays. Inflation times remained within safety thresholds, confirming the system's ability to meet critical timing requirements for occupant protection. Dynamic tests—including sled and full-vehicle crashes—did not reveal any catastrophic failures, ensuring the overall reliability of each system.

Frontal Airbags (Driver & Passenger)

Frontal airbags showed high efficacy in protecting the head and chest regions across various dummy sizes. In out-of-position (OOP) conditions, deployment was well-regulated, preventing excessive forces on occupants. The use of dual-stage inflators enabled modulation of inflation pressure, which adapted successfully to different occupant distances and positions.

Side and Curtain Airbags

Curtain airbags consistently prevented head contact with the side structure and external objects, such as poles and window glass. Side airbags significantly reduced chest deflection and rib loading during near-side impact scenarios. Regardless of seating configuration, coverage areas remained uniform, ensuring side protection was not compromised.

Knee Airbags

Knee airbags proved effective in mitigating femur loads and minimizing the risk of lower limb intrusion. They played a key role in managing occupant motion, particularly by reducing the likelihood of submarining during frontal collisions. Performance was stable even when evaluated across a range of seating positions.

Seat-Integrated and Belt-Integrated Airbags

Seat-mounted side airbags functioned reliably across various seat positions, indicating independence from seat travel effects. Inflatable seatbelts were particularly effective in distributing crash loads more evenly across the torso, resulting in reduced chest compression. These systems maintained performance integrity even after repeated deployment cycles and exposure to environmental stresses.

Environmental & Durability Findings

Post-conditioning tests involving extreme temperatures, humidity, vibration, and aging confirmed that all airbag modules retained their operational functionality. No evidence of inflation lag, material degradation, or structural failure was observed during or after these simulations, highlighting their long-term reliability.

Occupant Variation

All airbag systems provided adequate protection for occupants of different sizes. Whether tested with small female or large male dummies, injury metrics remained within acceptable thresholds. This indicates robust system calibration and adaptability to diverse real-world scenarios.

RESULT AND DISCUSSION

This study evaluated the performance of automotive airbag systems through a comprehensive review of validation methodologies and real-world findings. Results indicate that modern airbag technologies significantly enhance occupant protection across a wide range of crash scenarios. Frontal airbags were shown to reduce fatal injury risk by nearly one-third for both drivers and passengers, while side and curtain airbags demonstrated considerable effectiveness in minimizing head and chest trauma during lateral collisions. Curtain airbags, in particular, were found to play a critical role in preventing occupant ejection and head injuries in both side impacts and rollovers.

The performance of more specialized systems—such as knee airbags and belt-integrated airbags—was more context-dependent. While knee airbags did not demonstrate strong statistical effectiveness across all scenarios, belt-integrated airbags showed potential for improving rear-seat safety, especially for vulnerable occupants. Additionally, the introduction of seat-integrated center airbags has filled an important gap in far-side impact protection. Environmental and durability assessments confirmed that airbag systems generally maintain reliable performance over time, although historical failures like the Takata recall underscore the importance of rigorous long-term validation.

Based on these findings, several recommendations can be made to further strengthen airbag development and safety assurance practices. First, validation programs should continue to emphasize occupant diversity, including increased testing with small females and out-of-position scenarios, to ensure equitable protection. Second, the industry should expand the adoption of advanced airbag systems, such as far-side and inflatable belt technologies, particularly in rear seating positions where protection has historically lagged. Third, long-term durability testing—especially under conditions of high heat and humidity—must remain a critical part of airbag qualification procedures to avoid latent failure modes.

Finally, as vehicle interiors evolve with new seating configurations (e.g., rotating seats in autonomous vehicles), the role of airbag systems will become even more complex. Therefore, safety validation approaches must adapt accordingly, integrating human body models, improved sensors, and simulation-based prediction tools. Continued innovation and validation in airbag system design will be essential to meet future safety challenges and to maintain the life-saving potential of passive restraint systems in increasingly diverse and dynamic vehicle environments.

REFERENCE

Arbogast, K. B., & Kallan, M. J. (2007). **Effect of vehicle airbags on children in side impacts.** *Annual Proceedings of the Association for the Advancement of Automotive Medicine*, 51, 379–392.

Insurance Institute for Highway Safety (IIHS). (2023, December). **Airbags – Overview and innovations**. Retrieved from <https://www.iihs.org/topics/airbags> (Accessed April 21, 2025).

Kahane, C. J. (2015). **Lives saved by vehicle safety technologies and associated Federal Motor Vehicle Safety Standards, 1960–2012, Passenger Cars and LTVs**. (Report No. DOT HS 812 069). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.

Kahane, C. J., & Simons, D. (2024). **Lives saved by vehicle safety technologies and associated FMVSS (Update 2013–2019)**. (Report No. DOT HS 813 611). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.

Kahane, C. J. (2014). **Fatality reduction by curtain and side airbags**. (Report No. DOT HS 811 834). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.

McCartt, A. T., & Kyrychenko, S. Y. (2007). **Efficacy of side airbags in reducing driver deaths in driver-side car and SUV collisions**. *Traffic Injury Prevention*, 8(2), 162–170. DOI: 10.1080/15389580601168817

Monfort, S. S., & Mueller, B. C. (2019). **Effectiveness of knee airbags across two crash paradigms**. (IIHS Technical Report). Arlington, VA: Insurance Institute for Highway Safety.

Mu, W. (2001). **Driver out-of-position injuries mitigation and advanced restraint features development**. *17th ESV Conference Proceedings* (Paper No. 2001-S7-W-24), National Highway Traffic Safety Administration.

Viano, D. C. (2024). **History of airbag safety benefits and risks**. *Traffic Injury Prevention*, 25(3), 268–287. DOI: 10.1080/15389588.2024.2315889

World Health Organization (WHO). (2023, December 13). **Road traffic injuries (Fact sheet)**. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>

Development of Exhaust Bracket Construction by Using FEA Modal Analysis

İbrahim İNAN¹, Mustafa BAŞDAR² Onur ONARLAR³, Zafer GÜLER⁴

¹E-mail: ibrahim.inan@tofas.com.tr; Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., Araştırma ve Geliştirme Merkezi Bölümü, Bursa/ Türkiye

²E-mail: mustafa.basdar@partner.tofas.com.tr; Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., Araştırma ve Geliştirme Merkezi Bölümü, Bursa/ Türkiye

³E-mail: onur.onarlar@tofas.com.tr; Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., Araştırma ve Geliştirme Merkezi Bölümü, Bursa/ Türkiye

⁴E-mail: zafer.guler2@tofas.com.tr; Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., Araştırma ve Geliştirme Merkezi Bölümü, Bursa/ Türkiye

Abstract

In the automotive industry, official standards are published by regulatory bodies to ensure production stays within defined limits. One of the most important of these is the Euro emission standards, introduced by the European Union to reduce exhaust gas emissions and protect the environment. In EU countries, and others that adopt these standards, vehicles must be designed and manufactured according to the latest Euro emission level to be road-legal. With each new update, emission targets become stricter, pushing manufacturers to explore technologies that reduce the weight of vehicle components. However, while reducing weight, it is important not to compromise on key requirements such as functionality, structural strength, and NVH (Noise, Vibration, and Harshness) performance. NVH performance directly affects driving comfort and is especially important for components like the engine, suspension, and chassis. One critical factor is the natural frequency of a part. If this frequency is close to the vibration frequencies from the engine or road, resonance can occur, leading to poor NVH performance. To avoid this, the design should aim to keep the natural frequency away from these excitation sources. This study focuses on the design of a bracket that connects the exhaust system to the engine cradle. The main design targets were weight and natural frequency. Four different bracket models with varying weights were created and analyzed using modal analysis in Siemens NX Simcenter. The results showed that Model 3 and Model 4 met the natural frequency requirement for the first mode. Considering the weights, Model 3 was defined as the optimal design due to its lower mass.

Keywords: Automotive Industry, Euro Emission Standards, Finite Element Analysis, Modal Analysis, NVH, NX SimCenter

1. INTRODUCTION

With the continuous growth of the world population, the demand for energy is also increasing. This rising energy demand brings environmental issues such as global warming and carbon footprint to the forefront, making CO₂ emissions a critical topic. In Turkey, transportation-related carbon dioxide emissions were recorded as 83 million tons in 2017 [1]. Therefore, the regulations for vehicles entering traffic are constantly being updated, and manufacturers are required to produce vehicles that comply with these regulations. Among these regulations, the most well-known are the Euro emission standards published by the European Commission. With each updated standard, the targeted emission limits are progressively lowered. For instance, while the emission limit for passenger cars was 2.92 g/km under the Euro 1 standard introduced in 1992, this value has been reduced to 0.5 g/km with the Euro 6d standard released in 2024. Consequently, as emission targets become stricter, efforts to reduce vehicle weight have gained increasing importance in vehicle design.

The main technological areas studied for vehicle lightweighting include the reduction of vehicle size and mass, improvement of engine performance, enhancement of tire performance, aerodynamic form optimization, and transmission-engine compatibility [2].

At the beginning of an automotive project, key parameters such as the vehicle segment, function, target weight, strength requirements, and material quality standards are determined. During the design phase, components are developed to meet the target weight while also ensuring safety and durability under the expected loads during operation. To achieve this, a cyclical process involving design, finite element analysis, and physical testing is applied to obtain an optimized component [3].

One of the components addressed in this study is the engine cradle, also referred to as the engine subframe, which is one of the most critical structural elements of the suspension system. It serves as the structural component that connects the suspension parts to the vehicle body and supports the suspension system. The engine cradle directly accommodates the mounting of the steering system, control arms, and stabilizer bar, while also providing the mounting point for the transmission mount (Figure 1). In addition, components such as battery power cables, pipes, plastic shielding parts, and the exhaust system are secured to the engine cradle using brackets. Considering all these functions, the structural strength and durability of the engine cradle are of great importance for vehicle driving safety [4].



Figure 1: Motor traversi

The other component discussed in this study is the exhaust system, which serves to discharge the gases produced by the combustion of fossil fuels in internal combustion engines (Figure 2). Extending from the engine compartment to the rear end of the vehicle, the exhaust system consists of the exhaust manifold, exhaust pipe, catalytic converter, and muffler sections. Due to its considerable length, the exhaust system must be mounted at specific points on the vehicle's underbody and on the engine cradle using brackets and rubber elastomers to meet the targeted NVH (Noise, Vibration, and Harshness) performance levels.

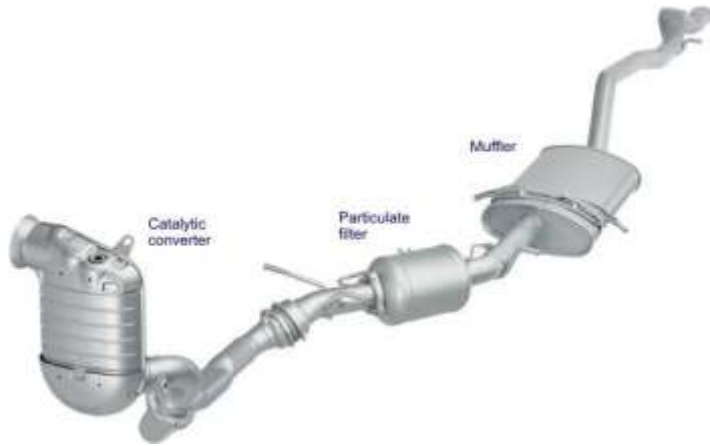


Figure 2: Egzoz Sistemi

A review of the literature reveals that the correlation between finite element analysis (FEA) results and experimental test results is highly significant for achieving time and cost efficiency in future design processes. In her study, Yay performed a modal analysis using the NX software on the engine cradle component, which is designed to support the engine, transmission, and other related parts. Subsequently, an experimental modal analysis was conducted on a prototype of the engine cradle using hammer test data. The correlation between the virtual (FEA) and experimental results was then evaluated. The study concluded that there was a 4% deviation between the theoretical and experimental results [5].

Savran and colleagues conducted a mechanical evaluation of a front bumper center bracket of a passenger vehicle using numerical methods. Within the scope of the mechanical assessment, they employed the finite element analysis software ANSYS to perform structural static analysis, fatigue analysis, and modal analysis, thereby improving and finalizing the mechanical design of the component. In alignment with the

focus of our study, they carried out a finite element modal analysis on the bracket component, taking boundary conditions into account, and evaluated the frequencies and resonances for the first 20 modes [6].

In this study, four different exhaust connection bracket designs made of DPC330Y590T material were created using the NX software, considering specific constraints such as manufacturing, assembly, and motion. The boundary conditions for the analysis were determined based on the welded connection of the bracket to the engine cradle, and mesh optimization was applied. Modal analysis was performed for 10 modes, and the performance evaluation of the brackets was carried out based on the first mode natural frequency and their weights.

2.METHODOLOGY

The aim of this study is to obtain a lightweight bracket design, optimized with the help of finite element analysis, that can secure the exhaust to the engine cradle and operate under specific load, packaging, and NVH conditions.

2.1. Bracket Modelling

In the first phase, four different bracket 3D models were created by using Siemens NX CAD software, based on the specified geometric and functional requirements. During the design process, the functional continuity of the components was maintained, and four different geometric variations were applied to achieve weight optimization. In Bracket 1, no ribs or shapes was used, while in the design of Bracket 2 a spring was incorporated at the bending point (Figure 3).



Figure 3: Bracket 1 and Bracket 2 model and weight

In Bracket 3, a long shape was used, while in Bracket 4, both a shape and a ribs were applied(Figure 4). Modal analysis was performed on these brackets using the NX Simcenter program, and the natural frequency values in Mode 1 were examined.

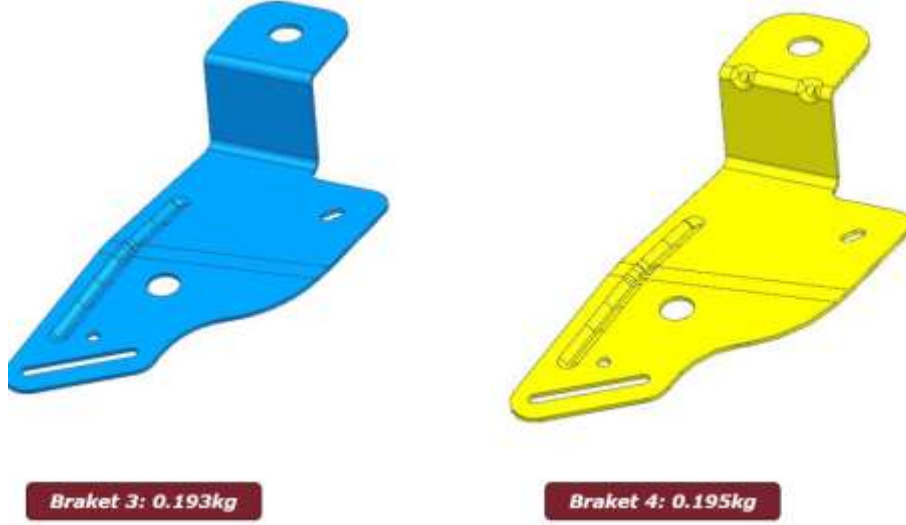


Figure 4: Braket 3 and Braket 4 model and weight

2.2. Material Properties

The material used in the bracket models is DPC330Y590T, a high-strength low-carbon steel. This material is frequently preferred in the automotive industry due to its high yield and tensile strength, as well as good formability. The mechanical properties of the material are defined as follows;

- Yield Strength (Rp0.2): 590 MPa
- Tensile Strength (Rm): 650 MPa
- Elongation (%): ≥ 20
- Elastic Module (E): 210 GPa
- Poisson Ratio (ν): 0,3
- Density (ρ): 7.850 kg/m³

These properties were directly defined in the analyses, and a comparative evaluation was conducted using the same material parameters across all models.

2.3. Finite Element Model Boundary Conditions

Each bracket model was analyzed using the Finite Element Method (FEM) with Siemens NX Simcenter software. The finite element method is a powerful engineering tool that allows for the mathematical modeling of the behavior of complex structures. Modal analysis was conducted to determine the natural frequencies and mode shapes of the structures. Mesh optimization was performed during the selection of mesh size and type, and considering the convergence of the analysis results, computer performance, and analysis time, a tetrahedral mesh structure with a mesh size of 1 mm was applied.

When defining the boundary conditions, the connection points of the brackets were constrained as fixed (anchored) at two points, while the other surfaces were left free. These conditions were modelled in accordance with the real-world usage scenario. Since the fixation was applied, the first mode natural frequency value could be observed by the program. If no fixation had been applied, the first 6 mode values would have been observed as zero or close to zero by the program (Figure 5).

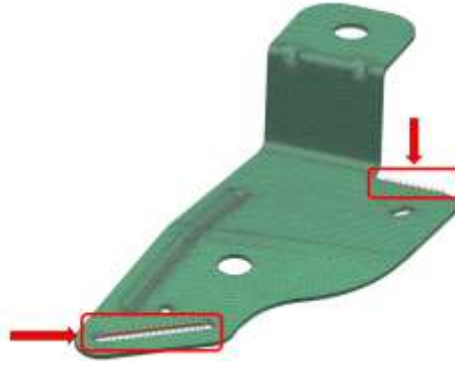


Figure 5: Bracket constraint planes

2.4. Modal Analysis Process

Modal analyses were performed using Siemens NX Simcenter software. The first ten natural frequencies and mode shapes were obtained for each bracket model. During the analyses, linear elastic material behavior and small deformation assumptions were applied. Specifically, the first mode natural frequency values were multiplied by the safety factor and compared with the typical operating frequency range of the engine, which was set at 300 Hz, in order to assess potential resonance risks.

3. RESULTS

As a result of the functional, packaging, and structural evaluations performed, four different bracket models with varying weights and geometries were created. For each of the four models, a FEM file was generated using the Simcenter package software, and a meshing operation was applied. Afterward, the simulation structure was set up, and modal analysis was performed for each bracket to observe the natural frequency values in the first mode.

For Bracket 1, which has a weight of 0.198 kg and does not include any shapes or ribs structure, modal analysis was performed, and the natural frequency value in Mode 1 was obtained as 216.7 Hz(Figure 6).

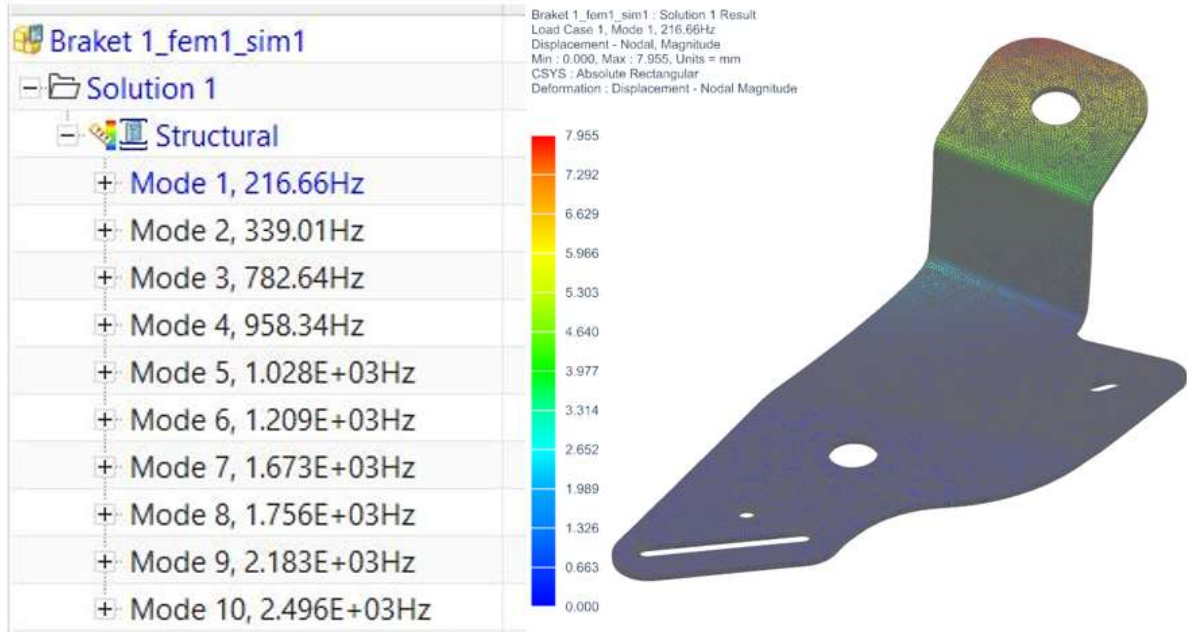


Figure 6: Modal analysis results for Bracket 1

For Bracket 2, which has a weight of 0.197 kg, a ribs was applied at the bending point in the exhaust connection area, while no shape was included in the engine cradle weld area. Modal analysis was performed, and the natural frequency value in Mode 1 was obtained as 264.5 Hz (Figure 7).

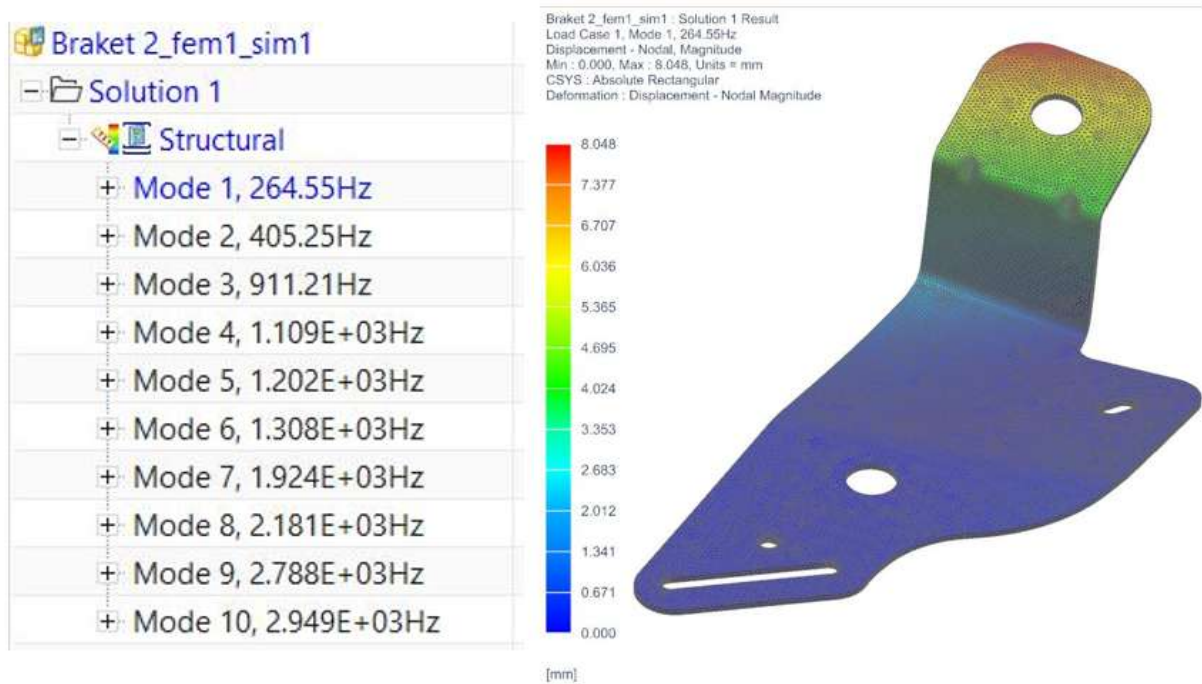


Figure 7: Modal analysis results for Bracket 2

For Bracket 3, which has a weight of 0.193 kg, a long shape was applied at the engine cradle weld area, while no ribs were included. Modal analysis was performed, and the natural frequency value in Mode 1 was obtained as 311,9 Hz (Figure 8.).

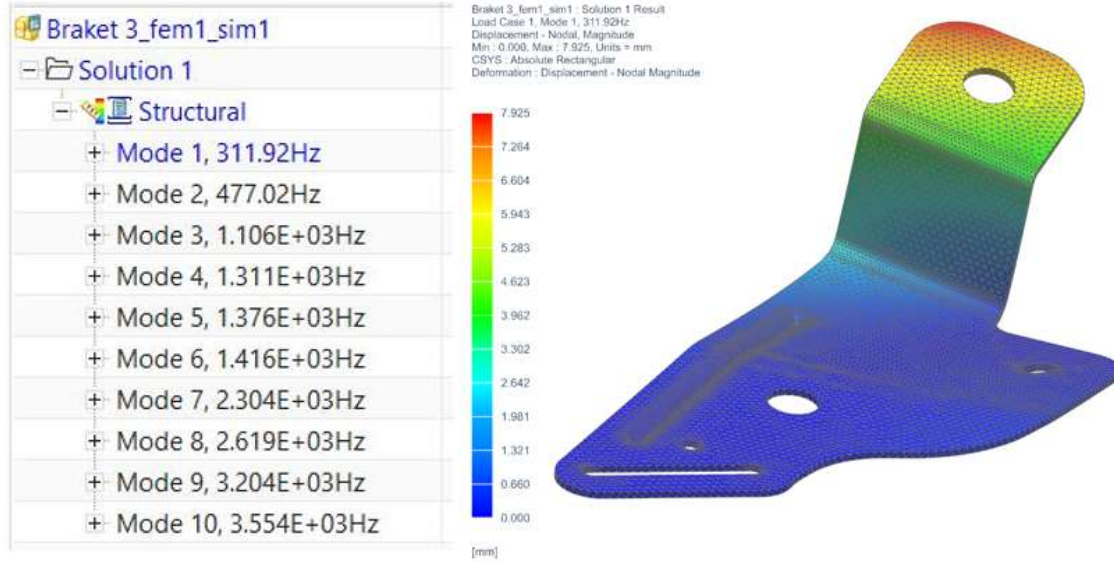


Figure 8: Modal analysis results for Bracket 3

For Bracket 4, which has a weight of 0.195 kg, a long shape was applied at the engine cradle weld area and a ribs were applied at the exhaust connection area. Modal analysis was performed, and the natural frequency value in Mode 1 was obtained as 324.9 Hz (Figure 9).

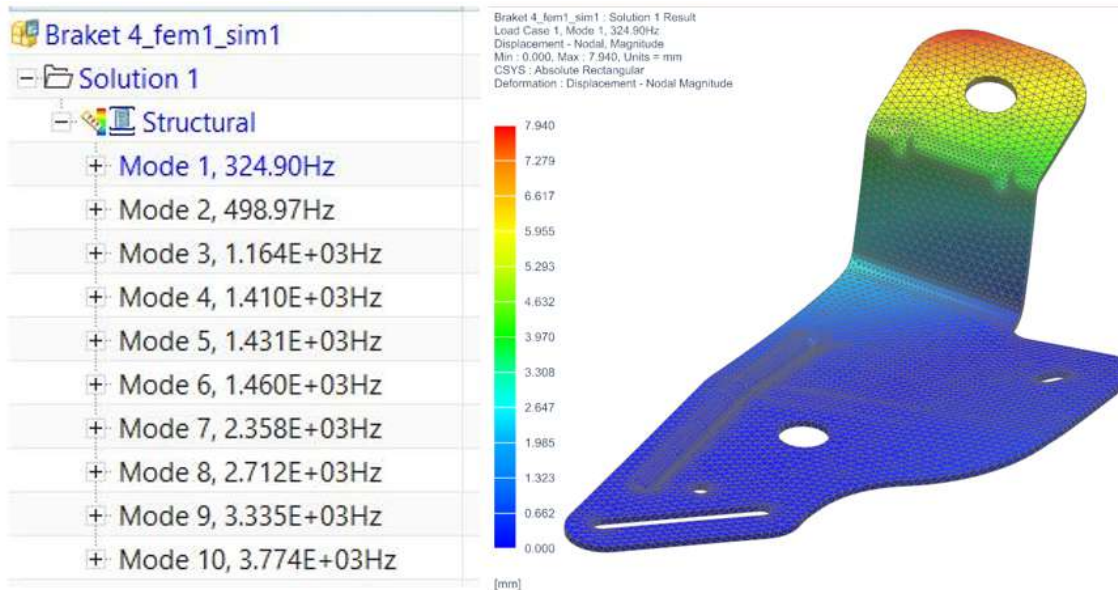


Figure 9: Modal analysis results for Bracket 4

4.

CONCLUSION

In this study, four different exhaust connection brackets with varying designs were created by adding shape and rib structures, and modal analysis was performed using the SimCenter software to evaluate their natural frequencies affecting NVH performance. During the designs, the packaging volume and structural strength performance that the parts should have were considered. When evaluating the analysis results, the weight and the natural frequency values of the parts in Mode 1 were considered, with the condition that they should be above 300 Hz. This target frequency value was calculated by multiplying the engine speed and the vibration frequencies from the road surface by a frequency safety factor.

As the analysis results were examined, the frequency value of Bracket 1 in Mode 1 was 216.7 Hz, and the natural frequency value of Bracket 2 exhaust bracket in Mode 1 was 264.5 Hz, both of which were below the target value, thus posing a resonance risk for these brackets. Therefore, designs of these brackets were evaluated negatively.

When examining the frequency values of the other bracket models in Mode 1, it was found that they were above the target value of 300 Hz. Since there is no resonance risk, the Bracket 3 exhaust bracket, which has a lower weight, was preferred as the optimum design.

REFERENCES

- [1] Uslu Ö. (2019). Türkiye’de Karayolu Taşıtları Kaynaklı Emisyonların Azaltılması için Stratejiler. Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [2] Akı, B. (2015). Sürdürülebilir Ulaşım Planlamaları ve Çevre Üzerindeki Olumsuz Etkileri. 2. International Sustainable Buildings Symposium, 28-30 Mayıs 2015, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- [3] İnan, İ., Yüce, C., Onarlar, O., Güler Z. (2023). Taşıt Süspansiyon Sistemlerinde Kullanılan Akson Parçasının Sonlu Elemanlar Analizi. Uluslararası Bilimsel Çalışmalar Kongresi, 2-3 Mayıs 2023, Türkiye.
- [4] İnan, İ.(2023). Taşıtların Süspansiyon Sistemlerinde Kullanılan Akson Parçasının Fiziksel Test ve Sonlu Elemanlar Analiziyle Optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- [5] Yay S., Şevkat G. (2024). Motor Beşiği Modal Analizi ve Test Verileri ile Korelasyonu. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Bursa.
- [6] Savran E., Vargelci, S., Cantenaro, L., Karpaz, F. (2023). Bir Otomobil Braket Tasarımının Analizi ve Değerlendirmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Bursa.

Menteşeli Yan Kapılarda, Yapısal Ağırlığın Boşluk & Profil Değerlerine Etkisi ve Optimizasyon Yaklaşımları

Aziz Kenan SERT¹

¹E-mail: kenan.sert@tofas.com.tr; Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. R&D Center, Bursa/ Türkiye

Özet

Menteşeli yan kapılar, gövdeye montajı yapıldıktan sonra, kapıyı oluşturan sac kompleksi, boya, plastik ve fonksiyonel montaj parçalarının ağırlıkları nedeniyle aşağı doğru sarkar. Bu durum, aracın gövde ve kapılar arasındaki boşluk ile profil değerlerinin bozulmasına ve tolerans limitlerinin dışına çıkmasına yol açabilir. Sonuç olarak, araçta görsel kalite açısından estetik problemler meydana gelebilir ve kapıların açılıp kapanması sırasında hem kapılar arasında hem de gövde ile etkileşimler (girişim, ses, zor kapanma, vb.) oluşabilir.

Bu çalışmada, kapının toplam sarkma miktarını hesaplayarak, kapı montajının nominal pozisyonundan farklı bir ön konumda montajlanması amaçlanmaktadır. Aracın tüm üretim süreçleri tamamlandıktan sonra, kapıların istenilen nominal pozisyonlarına, tolerans limitleri dahilinde ulaşması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Boşluk, Profil, Ağırlık etkisi, Yan kapı

Abstract

After the assembly of the hinged side doors onto the vehicle body, the weight of the door's sheet metal complete, paint, and the plastic and functional assembly parts causes the door to sag downward. This situation leads to the distortion of the gap and profile values between the vehicle body and doors, which may exceed tolerance limits. As a result, aesthetic problems may occur from a quality standpoint, and interference might arise when opening and closing the doors, either between the doors themselves or between the doors and the body.

This study aims to calculate the total sag of the door and to perform the assembly by positioning the door in an alternative pre-position, instead of the nominal position. After the completion of all production processes of the vehicle, the goal is for the doors to reach the desired nominal positions within tolerance limits.

Keywords: Gap, Profile, Weight effect, Side door

GİRİŞ

Yeni geliştirilen araç projelerinde, aracın dış kabuğu stil departmanı tarafından, parçaların hiçbir kütle etkisi yokmuş gibi, tüm bileşenler nominal konumlarında ve boşluksuz olacak şekilde tasarlanır. Bu aşamanın ardından, stil departmanının oluşturduğu dış yüzeyi oluşturan parçalar için kesim hatları belirlenmeye başlanır. Stil yüzeyi ve kesim hatları tanımlandıktan sonra mühendislik modellemeleri sürecine geçilir. Mühendislik modellerinin dış yüzeyleri, stil yüzeyleri ve kesim hatlarıyla birebir örtüşecek şekilde oluşturulur.

Yan kapılar gibi dinamik parçalar nominal konumlarında tasarlandıktan sonra, kalite departmanı tarafından kabul edilen; boşluk, profil ve tolerans değerleri, teknik resimlerde tanımlanır.

Ancak burada temel problem; gövde üretildikten sonra yan kapıların gövde atölyesinde nominal pozisyonlarında araca montajı sırasında ortaya çıkar. Yerçekiminin etkisiyle, kapılar Z ekseninde belirli bir oranda aşağı doğru sarkar. Bu deformasyon, kapılar üzerine boya işlemi ve sonrasında monte edilen plastik ve fonksiyonel parçaların ağırlıklarıyla daha da artar. Kapılar üzerinde oluşan bu ağırlık kaynaklı deformasyon, kalite departmanının talep ettiği boşluk ve profil değerlerinin sağlanamamasına ve kapıların açılıp kapanması sırasında hem kapıların kendi aralarında hem de gövde ile kapılar arasında etkileşimler (girişim, ses, zor kapanma, vb.) oluşmasına yol açabilir.

YÖNTEM

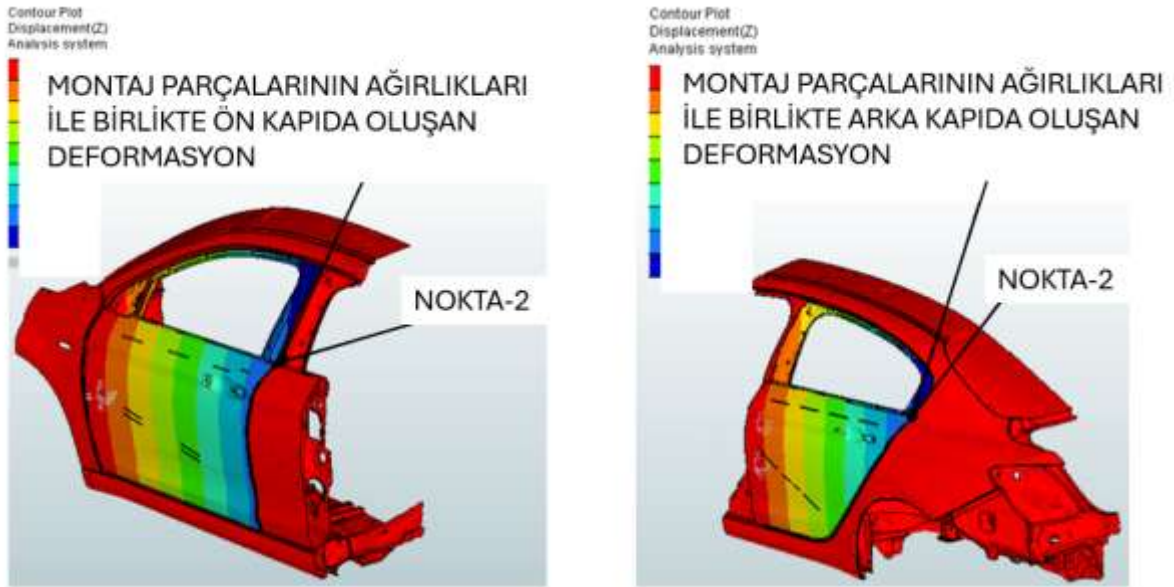
İlk olarak ön ve arka menteşeli kapılar için bilgisayar ortamında aşağıdaki bilgiler toplanır;

- Kapıların sac kompleksinin toplam ağırlığı ve ağırlık merkezi koordinatları
- Kapıların yüzey alanları hesaplanarak üzerlerine gelecek olan boya ağırlıkları
- Kapıların üzerine takılan tüm montaj parçalarının (cam, kilit, fitiller, cam kanalları, krika, iç plastik panel, su naylonu, ayna, kapı kolu, hoparlör, bağlantılar, kablolar vb.) ağırlıkları ve ağırlık merkezi koordinatları
- Gövde ve menteşe modelleri

Elde edilen bilgiler sayısal analizler departmanı ile paylaşılır ve kapıların balkon bölgesinin arka uç noktasının(nokta-1) yer çekimi etkisi ile oluşan toplam sarkma miktarı sayısal analizler yöntemleri ile hesaplanır(nokta-2). Bulunan bu değerler yapılacak fiziksel doğrulamalarda kullanılacak ilk değerlerdir.

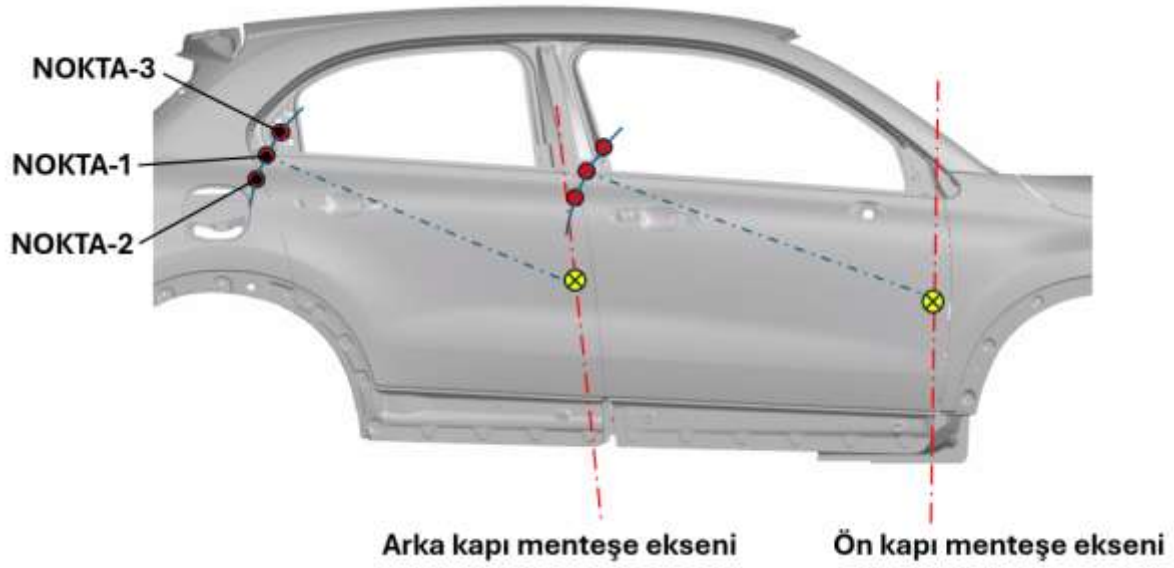


Şekil-1



Şekil-2

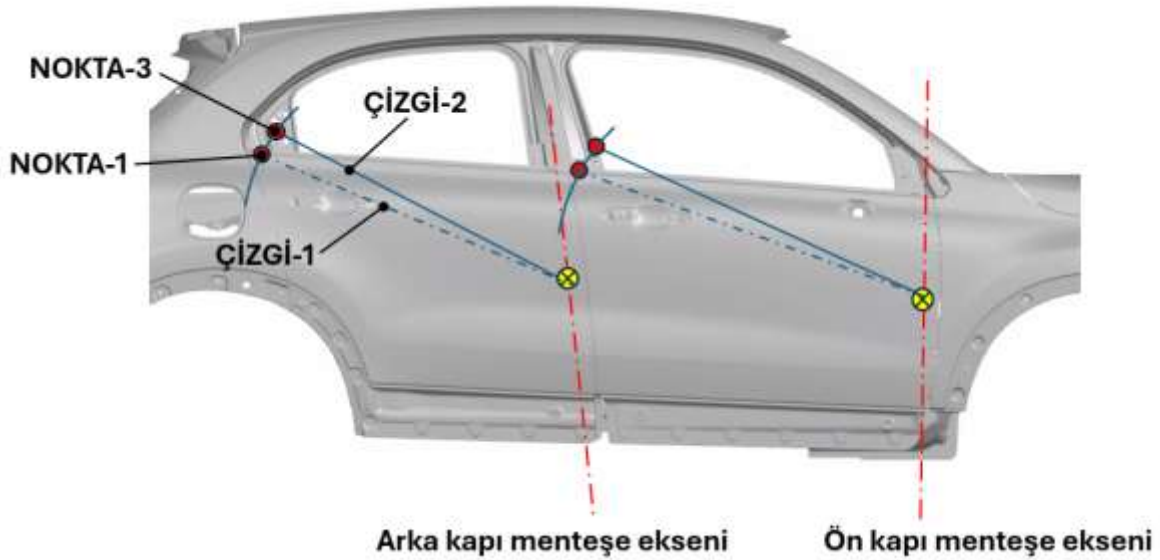
Kapıların balkon bölgesinin arka uç noktasını(nokta-1), sayısal analizlerde elde edilen değer kadar +Z ekseninde hareket ettirilerek ikinci bir nokta bulunur(nokta-3).



Şekil-3

Menteşe ekseninin orta noktasından kapının balkon bölgesinin arka uç noktasına(nokta-1) hayali bir çizgi(çizgi-1) çekilir.

Gene menteşe ekseninin orta noktasından kapının balkon bölgesinin arka uç noktasına, sayısal analizlerden elde edilen değer kadar Z ekseninde ötelenmiş olan noktaya (nokta-3) hayali bir çizgi(çizgi-2) çekilir.



Şekil-4

Kapı ve üzerindeki tüm geometriler, menteşe ekseninin orta noktasından Y ekseninde, çizgi-1 ve çizgi-2 arasındaki açı farkı kadar (nokta-1, nokta-3'ün üzerine gelecek) döndürülür. Oluşan yeni menteşe eksen ve kapının sac geometrisi bundan sonra gövde hattında kullanılacak olan yeni eksen ve geometrilerdir.



Şekil-5

BULGULAR

Yürütülen sayısal analizler sonucunda, araç kapılarının ağırlık etkisiyle Z ekseninde aşağı yönlü sarkma değerleri hesaplanmıştır. Ön ve arka menteşeli kapılar için elde edilen maksimum sarkma miktarları Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Farklı modellerde nominal pozisyonlara göre sarkma miktarları

	MODEL-1		MODEL-2		MODEL-3	
	ÖN KAPI	ARKA KAPI	ÖN KAPI	ARKA KAPI	ÖN KAPI	ARKA KAPI
Nominal	0	0	0	0	0	0
Sarkma [mm]	3	3	3.2	2.1	3.4	2.3

Gövde atölyesinde yan kapılar, şekil-5’de elde edilmiş olan modellere göre araç gövdesine montajı yapılır.

Maksimum sarkma değerlerine göre montajı yapılan kapıların, Model 1 için; gövde hattı, boya sonrası ve montaj sonrası ölçümleri, Tablo 2’de paylaşılmıştır.

Tablo 2. Model 1'in gövde hattı, boya sonrası ve montaj sonrası kapı balkon uç noktalarının ölçümleri

	İLK MONTAJ POZİSYONU		GÖVDE HATTI		BOYA SONRASI		MONTAJ SONRASI	
	ÖN SAĞ KAPI	ÖN SOL KAPI	ÖN SAĞ KAPI	ÖN SOL KAPI	ÖN SAĞ KAPI	ÖN SOL KAPI	ÖN SAĞ KAPI	ÖN SOL KAPI
Fiziksel ölçüm[mm]	3.09	3.27	2.17	2.53	1.89	1.97	-0.1	-0.21

	İLK MONTAJ POZİSYONU		GÖVDE HATTI		BOYA SONRASI		MONTAJ SONRASI	
	ARKA SAĞ KAPI	ARKA SOL KAPI	ARKA SAĞ KAPI	ARKA SOL KAPI	ARKA SAĞ KAPI	ARKA SOL KAPI	ARKA SAĞ KAPI	ARKA SOL KAPI
Fiziksel ölçüm[mm]	3.07	3.23	2.1	2.2	2.83	2.95	0.15	0.23

Üretim sonrası yapılan fiziksel ölçümler ile kapıların nominal pozisyonlara ulaştığı ve boşluk & profil değerlerinin kalite toleransları içinde kaldığı gözlemlenmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Kapı sarkması, kalite açısından ciddi riskler oluşturabilmektedir. Bu riskler şunlardır:

- Kapıların açılıp kapanması sırasında, kapılar arasında veya kapılar ile gövde arasında sürtme veya girişim meydana gelebilir.
- Kapıların kapanması sırasında, kilitlerin karşılıklarıyla uyumsuzluğu nedeniyle zor kapanma, sesli kapanma gibi problemler ortaya çıkabilir.
- Araçtaki boşluk, profil ve kesim hatları arasındaki paralelliklerin bozulması, estetik sorunlara yol açabilir.

Bu çalışmada geliştirilen yöntem ile,

- Kapıların nominal yerine ön konumlandırma ile monte edilmesi sayesinde sarkma etkisi bertaraf edilmiştir.
- Yapılan sayısal analizler ve fiziksel doğrulamalar, yöntemin güvenilirliğini ve uygulanabilirliğini kanıtlamıştır.
- Geliştirilen bu yöntem, özellikle gövde atölyesi ve montaj hatlarında, kalite problemlerinin önüne geçmek ve yeniden işlem maliyetlerini azaltmak adına önemli bir kazanım sağlamaktadır.

İleri çalışmalar kapsamında, menteşe tasarımı, kapı ağırlık merkezinin optimize edilmesi ve yapay zekâ destekli pozisyon ayarlama algoritmaları geliştirilebilir.

Bu çalışmada menteşeli yan kapıların ağırlık etkisiyle Z ekseninde sarkma gösterdiği ve bu sarkmanın, kapı ile gövde arasındaki boşluk ve profil değerlerini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Yapılan sayısal analizler, kapı geometrisinin ağırlık merkezine göre belirli bir miktarda yer değiştirdiğini ortaya koymuştur.

Bu yer değiştirme; araç üretim süreci tamamlandığında, kapıların nominal konumlarına ulaşamamasına ve estetik ile fonksiyonel kalite problemlerine neden olmaktadır.

Sarkmanın önlenmesi amacıyla kapı, montaj öncesinde belirli bir miktar +Z ekseninde ötelendiğinde; üretim süreci sonunda yerçekimi etkisiyle kapı doğal konumuna oturmakta ve nominal pozisyonuna ulaşmaktadır. Fiziksel doğrulama ölçümleri ile sayısal analiz sonuçlarının tutarlı olduğu görülmüştür. Bu durum, yöntemin hem mühendislik modellemelerinde hem de seri üretim süreçlerinde uygulanabilirliğini göstermektedir.

Bununla birlikte, kapı üzerine eklenecek parçaların toplam ağırlıklarının üretim süreci boyunca değişkenlik gösterebileceği, bu nedenle her araç versiyonu için yeniden analiz yapılmasının gerektiği değerlendirilmektedir. Ayrıca menteşe geometrisi, gövde rijitliği ve bağlantı elemanlarındaki toleranslar gibi parametrelerin de sarkma miktarını etkileyebileceği unutulmamalıdır.

KAYNAKÇA

Mahadule, R. & Doppalapudi, S. (2013).

"CAE Simulation of Door Sag/Set Using Subsystem Level Approach." SAE Technical Paper 2013-01-1199. / SAE International

Shinde, S. A. & R. R. (2015).

"305Vehicle Door Sag Evaluation Using FEA." International Journal of Engineering Research and Development, 11(3), 21-26. / Academia

Park, S. & DuVall, F. W. (1974).

"Finite Element Structural Analysis as Applied to an Automotive Door Structure." SAE Technical Paper 740320. / saemobilus.sae.org

Jayaram, K. & Mohanraj, J. (2016).

"Influence of Tolerancing Methods and Aspects of Perceived Quality on Side Closures of Luxury Cars." Procedia CIRP, 43, 160-165.. / ResearchGate

De, A. & Vaidya, C. (2014).

"Door Installing Fixture Of Car For Maintaining Gap And Flushness." International Journal of Scientific & Engineering Research, 5(6), 752.

Otomotiv Gaz Pedalı Pull-UP ve Pull-DOWN Sensör Teknolojilerinin Sistemsal Etkileri ve Analizi

Muhammet Zahit Öncü¹, Birtan Güler²

¹E-mail: zahit.oncu@tofas.com.tr; TOFAŞ A.Ş, Arge Merkezi, Bursa/ Türkiye.

²E-mail: birtan.guler@tofas.com.tr; TOFAŞ A.Ş, Arge Merkezi, Bursa/ Türkiye.

Sorumlu Yazar: Zahit Öncü

Özet

Günümüz otomotiv endüstrisini önemli ölçüde etkileyen Avrupa Emisyon Yönetmelikleri nedeniyle, mevcut otomotiv teknolojileri bu değişikliklere uyum sağlamak için gelişmektedir. Araç emisyonlarına birincil katkıda bulunan motor, bağımlı alt sistemleriyle birlikte bu yönetmeliklerden doğrudan etkilenmektedir. Mevcut doğrudan etki elemanlarından biri olan gaz pedalı elektronik olarak çalışır ve pedal hareketine bağlı olarak voltaj değişimini bir sinyal olarak motor beynine iletir. Bu iletimi sağlayan sensörler, Pull-UP ve Pull-DOWN teknolojilerine sahip sistemlerdir. Pull-UP veya Pull-DOWN dirençleri, devrenin kararlı çalışması ve sensörlü kontrol elemanlarında güvenilir çıkış için önemlidir. Bu çalışmada otomotiv gaz pedallarında kullanılan Pull-UP ve Pull-DOWN sensörlerinin sistemsal etkileri ele alınarak analiz edilecektir.

Anahtar Kelimeler: Direnç, Pull-UP, Pull-DOWN, Sensör, Sinyal.

Abstract

Due to the European Emission Regulations, which significantly influence today's automotive industry, current automotive technologies are evolving to comply with these changes. The engine, as the primary contributor to vehicle emissions, along with its dependent subsystems, is directly impacted by these regulations. The accelerator pedal, one of the current direct effect elements, works electronically and transmits the voltage change to the engine brain as a signal depending on the pedal movement. The sensors that provide this transmission are systems with Pull-UP and Pull-DOWN technology. Pull-UP or Pull-DOWN resistors are important for stable operation of the circuit and reliable output in sensor control elements. In this study, the system effects of Pull-UP and Pull-DOWN sensors used in automotive gas pedals will be analyzed.

Keywords: Pull-UP, Pull-DOWN, Resistance, Sensor, Signal.

GİRİŞ

Modern otomotiv endüstrisinde elektroniğin entegrasyonu araç tasarımı, performansı ve güvenliğinde devrim yaratmıştır. Bu elektronikler arasında sensörler denetleyici ve düzenleyici görevi

üstlenerek, araç ve yolcu güvenliğini önceliklendirirken, aracın da verimliliğine odaklı olarak çalışmaktadır. Sensörler, aracın frenleme performansında, yakıt verimliliğinde, emisyon değeri kontrolünde ve araç dengesinde aktif ve önemli bir rol almaktadır. Geliştirilen araçlar, maliyet ve verimlilik için günbegün karmaşık ve kompakt bir hale gelmektedir. Bu süreçte elektroniklerin karmaşıklaşp kompleks hale gelen araç sistemlerinde, parazitsiz, istikrarlı ve hassas bir şekilde sinyalleri iletmesi önemli bir kriterdir. Bu seviyede sinyal iletimi istendiğinde elektroniklerin Pull-UP veya Pull-DOWN dirençleri kullanımı çok onay görmeyen fakat zaruri bir ihtiyaçtır. Pull-UP ve Pull-DOWN dirençler, otomotivde sıklıkla kullanılan iletim hatlarından açık drenajlı veya açık kolektörlerden gelen sinyal çıktılarının elektronik kontrol ünitelerinde (ECU) doğru olarak yorumlanmasını sağlar (Peter, 2018).

Avrupa Birliği'nin Euro Emisyon Seviyeleri 2015 yılından günümüze kadar Euro-6 olarak gelmiş ve 2027 yılı öncesinde Euro-7 seviyesine çıkacak olup, çevre duyarlılıkları ve yaşanabilir şehirler için, günden güne katılarak gelişmektedir. Bu gelişmelere ve yeni oluşan şartlara ayak uydurmak adına otomotiv sektöründe sensörlerin güvenilirliğinin önemi artmıştır. Bu yazıda, otomotiv sektöründeki sensör sistemlerinde Pull-UP ve Pull-DOWN dirençlerin mevcut rolleri, bu rollerin sistem ve Euro Emisyon Seviyelerine uygunluğu, sistemlerdeki stabilite ve güvenliğin artırılmasını, verimlilik ve genel araç güvenliğine katkılarını açıklamayı hedeflemektedir (Hugh S., 2021).

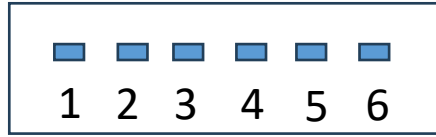
Bu sensör sistemlerine bir örnek, manyetik bir temelde çalışan gaz pedalıdır. Bu tür sistemler, çalışma pozisyonunda olmadığında harici bir dirence ihtiyaç duyar. Pull-UP ve Pull-DOWN arasındaki fark bu temelden türetilmiştir ve sensörden alınan çıkış değerini sabitlemek için bazı farklılıklar vardır. Bu iki tür sensör Giriş, Çıkış, Toprak, üç faz ile çalışır. Pull-UP teknolojisindeki direnç gücünü Çıkış pininden alır (bu değer gaz pedalı için 5V'tur) ve aracın beynine sistemin aktif olmadığını iletir. Pull-DOWN sensörü ise gücünü Toprak pininden alır ve sistemin aktif olmadığı verisini aracın beyniyle paylaşır. Toprak pininin ölçülen voltaj değeri Çıkış pininden düşük olduğunda sistemde okunan veri çok daha az ve nettir. Bu Pull-UP ve Pull-DOWN dirençleri olmadan, araçtaki hareket nedeniyle motor kontrol ünitesine giden sinyal dalgalanabilir veya yanıltıcı sinyaller gönderebilir. Bir güvenlik ekipmanı olan gaz pedalında böyle dengesiz ve güvensiz bir davranış istemediğimiz için bu sensörler aktif olarak kullanılmaktadır (Braza J., 2022).

Pull-UP ve Pull-DOWN dirençler, dijital devreler içinde sinyal çıkışının varsayılan optimum seviyesini korumak adına kullanılmakta olan pasif bileşenlerdir. Pull-UP dirençleri, sistem içerisinde yüksek voltaj hattına bağlanır ve sensör hareketsiz konumdayken yüksek değer çıktısı sağlar, Pull-DOWN direnci ise toprağa bağlanarak sensör hareketsiz pozisyonundayken düşük değerde çıktı sağlamaktadır. Pull-UP ve Pull-DOWN sensörleri olmadığında, söz konusu sensörlerin sinyal hattı aktif olmadığı durumlarda, sinyal hatlarında dalgalanmalar yaşanabilir. Öngörülemez voltaj değeri ile güvenilmez dijital çıktılara sebep olur. Open-Drain veya Open-Collector çıkışlı sensör çözümlerinde söz konusu Pull-UP-Pull-DOWN dirençleri önem arz etmektedir. Bu sensör çıktılarında, sistem aktif durumda iken sinyal hattını düşük seviyeye çekecek şekilde tasarlanmıştır fakat in-aktif durumda iken hattı yüksek seviyeye çıkarmak amaçlı fazladan direnç kullanılmaktadırlar (South J., 2022). Bu sistem kurulumunda yalnızca bir cihaz hattı düşük seviyede çektiğinden, farklı cihazların aynı anda iletişim ağında çakışma yaşamadan paylaşmasına olanak sağlar.

YÖNTEM

Otomotiv endüstrisinde araç sistemleri, tüm alt sistemlerin doğru ve anlık olarak çalışması ile sağlıklı olarak çalışabilmektedir. Oksijen Sensörü, Manifolt Mutlak Basınç Sensörü, Gaz Kelebek Konum Sensörü, Tekerlek Hız Sensörü, Çarpışma Sensörü gibi sensörler, motor kontrolünde kritik ve hayati sistemlerin ayrılmaz parçalarıdır. Bu sensörler araçtaki yanma işlemi sırasındaki verimliliğe ve hava yakıt karışımının olması gerektiği seviyede kalmasında kritik rol oynamaktadır. Bu sensörlerin açık drenaj çıkışlı sensörler olduğu bir diğer kritik gerekliliktir. Bu sensörlerin çıktıları direkt olarak araçta yanmanın olduğu yanma odasını etkilediği için emisyon değerlerinde kritik rol oynamaktadır. Söz konusu sensörlerde karşılaşılabilecek sensör dalgalanmaları yanmayı direkt olarak etkileyecek ve söz konusu Euro Standartlarına uyamadığı konuma getirecektir. Bu sebeple kritik sensörlerdeki dirençlerde Pull-UP veya Pull-DOWN sensörler bulunmaktadır.

Motor Kontrol Ünitesi (ECU) sensörlerinden bir tanesi de gaz pedalı sensörüdür. Mevcut sistemlerdeki gaz pedalları, pozisyon sensörleri ile çalışmakta ve pedal üzerindeki hareketi manyetik veya elektronik bir direnç olarak sisteme aktararak gaz kelebeği ile etkileşime geçmektedir. Bu sebeple, Euro standartlarına uygun seviyede araç üretmek için gaz pedal sensörleri Pull-UP ve Pull-DOWN dirençler ile üretilerek, mevcut araçlara tedarik edilmektedir. Günümüz üretilen gaz pedalları 6 pinli olarak tasarlanmıştır. Bu pinleri iki toprak, iki çıkış ve iki giriş şeklindedir. Bu çıkışların sıralamaları ve Pull-UP ile Pull-DOWN dirençli sensörler arasındaki farklılık aşağıdaki şemada gösterilmiştir.



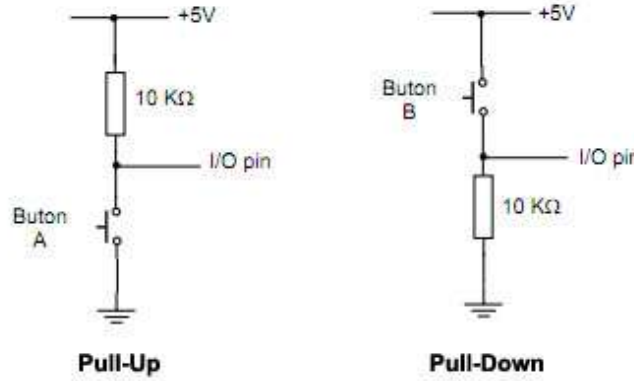
Şekil 1. *Gaz Pedalı Dişi Soket Pinleri Tanımı*

Mevcut durumu analiz etmek için Şekil 1’de belirtilen pin girişine, çıkış akımını ve volt çıkışını test edecek soket takıldıktan sonra çıkacak olan akım iki farklı şekilde test edilecektir. Çıkış pinlerinden alınan verilerden iki sinyal çıkışı arasındaki farkı, bu farkla oluşan gerilim farklılıklarını ortaya çıkaracaktır. Ek olarak Tablo 1’de gösterilen iki konfigürasyon ile bu farklılıkların neler olduğu ve söz konusu sinyal eğrilerinin verimlilikleri üzerine incelemeler yapılması hedeflenmiştir.

Tablo 1. *Gaz Pedalı Pin Çıkışları Karşılaştırması*

	Pull-DOWN Konfigürasyonu	Pull-UP Konfigürasyonu
Terminal 1	Sinyal 2 Us2	Sinyal 1 Us1
Terminal 2	Giriş 2 +5V	Toprak 1
Terminal 3	Toprak 2	KickDown Sinyali
Terminal 4	Toprak 1	Toprak 2
Terminal 5	Sinyal 1 Us1	Sinyal 2 Us2
Terminal 6	Giriş 1 +5V	Giriş 5V

Tablo 1’ deki pin çıkışlarından da anlaşılacağı üzere, söz konusu dirençlerdeki değişiklik sistemin ECU ile olan iletişim şeklini de güncellemiş ve ek olarak iletilen sinyal kalitesi için sensör içerisinde de güncellemeler yapılmıştır. Söz konusu sinyalin devreler arasında oluşturduğu farklılıkları ise Şekil 2’ deki çizimlerde gösterilmiştir.

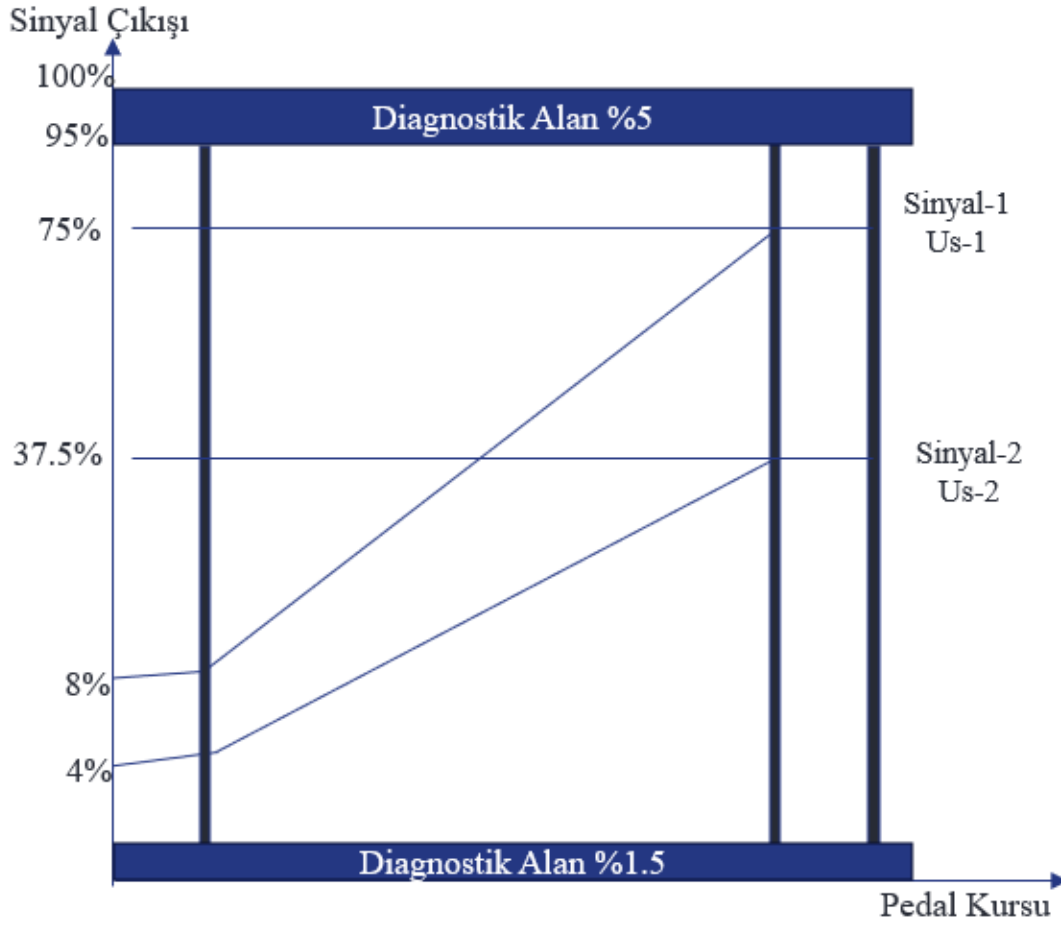


Şekil 2. Basit Tanımlı Devrelerde Dirençlerin Bağlantı Yöntemi Farklılıkları (Sourov Gupta, 2018)

Bu devreler ve pin çıkışlarının, aracın motor kontrol ünitesine sağladığı sinyal verilerini kararlı olarak iletmesini hedeflemektedir. Bu iki tip direnç arasındaki fark ise sisteme entegrasyonları sırasında bağlandıkları konum farklılıkları olup, bu farklılık sinyallerin daha stabil olmasını sağlamaktadır.

BULGULAR

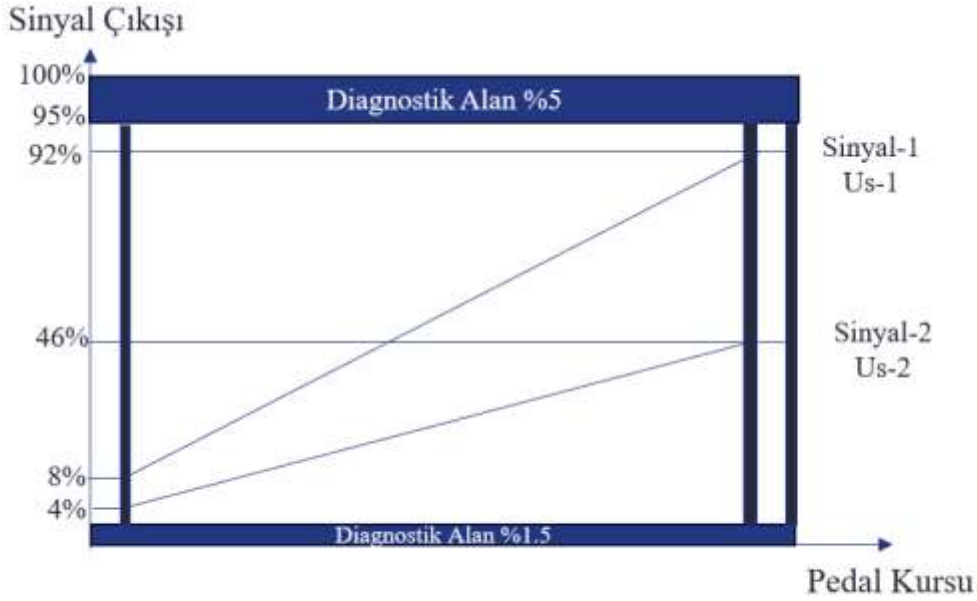
Pull-DOWN sensörlerin bağlantı tipinde sistemdeki giriş akımını kullanmadığı için stabilizasyonu sağlamakta Pull-UP sensöre göre daha etkin olduğu bilinmektedir. Katılan emisyon kuralları sebebiyle, daha stabil motor grafikleri elde etmek amaçlı Pull-DOWN sensör kullanımı zaruri hale gelmiştir. Aşağıdaki grafikte, Pull-UP dirence sahip bir gaz pedalının motor ünitesine sinyal aktarımı yaparken 3 ayrı sinyal kullandığını göstermektedir. Bu sinyaller: Us1, Us2 ve KickDown (KD) sinyalleridir. KD sinyali, mekanik veya elektronik bir anahtar olarak çalışarak motor ünitesine maksimum güç ihtiyacı olduğu konumlarda devreye girmektedir. Us1 ve Us2 sinyalleri ise söz konusu gaz pedalının, kurs kullanımı sırasında motor kontrol ünitesine ihtiyaç duyulan gücü sinyal çıktısı olarak iletmekte ve bu iletiyi 0V ile 5 V arasında yapmaktadır. Pull-UP dirençli devrelerde, 0 V dan başlaması gereken ileti, söz konusu direnç dolayısıyla, 0.2 ile 0.3 V değerler arasında kararsız davranmakta ve araç 0 ivmeli durumdayken motor kontrol ünitesine güç isteri sinyali iletebilmektedir. Ek olarak, bu dirence sahip devreler %75 kurs değerini sağladıklarında maksimum değere ulaşır. Şekil 2’ deki görsele göre farklı çıkış pinlerinden aynı olmayan değerler kontrol ünitesine aktarılmakta ve ünitenin bu çıktıları analiz etmesi beklenmektedir.



Şekil 3. Pull-UP Sensörlü Gaz Pedalı Pedal Kursu & Sinyal Çıkışı Grafiği

Pull-DOWN dirence sahip gaz pedallarında bu sorun aşılmış ve 3 yerine iki çıkışa düşürülen sinyal çıkışı, kontrol ünitesine aynı sinyali iletmekte ve daha güvenli, daha stabil değerler sağlamaktadır. Pull-DOWN dirençli gaz pedallarında, mevcuttaki pedal kursunun kullanım oranı arttırılmış ve Pull-UP dirençli sistemlerde %74,6 olan aktif kullanım kursunu %92 seviyesine çıkarmıştır. Bu değişim araç kullanımında sürücüye daha kontrol edilebilir ve daha hassas sürüş hissi sağlamıştır.

Emisyon başlığında incelemek gerektiğinde ise, araç motor kontrol ünitesine pedal “0” konumunda iken Pull-DOWN sensörler ile mevcut Pull-UP sensörlere göre %23 daha sağlıklı veri sağlanmakta olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda pedal hareketsiz konumda iken, herhangi bir elektrik çıktısına bağlı olmayan Pull-DOWN direnç sayesinde motor kontrol ünitesine herhangi bir güç isteri sinyali iletmemesi sebebiyle gereksiz yakıt tüketimi veya kararsız içten yanmalı motor hareketleri engellenmiş olmaktadır. Bu sensör tipinde KD kullanılmaz ve bu sistem için ayrı bir sinyal çıktısına ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu sebeple kararsızlık opsiyonları oranı azaltılmış olup daha kararlı bir sinyal çıktısı alınmıştır.



Şekil 4. Pull-DOWN Sensörlü Gaz Pedalı Pedal Kursu & Sinyal Çıkışı Grafiği

SONUÇ VE TARTIŞMA

Günümüz otomotiv endüstrisinde, gaz pedalları gibi sürücü güvenliği ve araç dinamiklerine doğrudan etki eden bileşenlerde hassas ve kararlı sensör sistemlerinin entegre edilmesi kritik bir önem arz etmektedir. Pull-UP ve Pull-DOWN dirençli sensörler, değişen elektronik ve mekanik koşullar altında sensörlerdeki çıkış sinyalinin stabil kalmasını sağlamak için kullanılan iki temel yapı taşıdır. Bu iki sensör mimarisinin karşılaştırmalı analizlerine dayanarak alınmış sonuçlar, Pull-DOWN dirençli sensörler doğru, kararlı ve verimli bir sistem gibi pozitif yönleri ile öne çıkmaktadır. 0 konumunda açık devrelerin doğal yapısı gereği voltaj seviyesinde gürültü ve küçük stabilizasyon problemlerinin görülebildiği Pull-UP devre sistemlerine nazaran, Pull-DOWN sistemler sürücünün pedalı 0 konumundan çıkarana kadar temiz ve tahmin edilebilir düşük voltaj çıkışı sağlarlar. Bu farklılık, gaz kelebeği tepkisini, yakıt enjeksiyon zamanlamasını ve emisyon performansını doğrudan etkileyebileceğinden, gaz pedalı için hayati öneme sahiptir. Pull-UP tasarımı devrelerde %74.6'lık kurs değerinde pedal sinyal çıktısı maksimum seviyeye gelmekte, Pull-DOWN devrelerde ise bu aralık %92'ye ulaşmaktadır. Bu, sürücünün ivmelenme kontrolünü daha hassas yapmasını sağlar. Pull-DOWN sensörler yalnızca Euro 6 değil, Euro 7 gibi daha katı emisyon düzenlemelerine de altyapı oluşturmaktadır. Analiz edilen veriler, üreticilerin yeni geliştirme ve revizyon çalışmalarında Pull-DOWN teknolojisini önceliklendirdiğini göstermektedir. Otomotiv endüstrisi, donanım gelişmelerini yazılım uyarlanabilirliği ile uyumlu hale getirerek Pull-DOWN teknolojinin avantajlarından tam olarak yararlanabilir.

KAYNAKÇA

Frank, D. (2018). *Guide to Pull-UP / Pull-DOWN resistors and its usage*. Gadgetronicx.

<https://www.gadgetronicx.com/>

Hugh, S. (2021). *Why use Pull-UP resistor and Pull-DOWN resistors?* APSense.

<https://www.apsense.com/article/>

South, J. (2022). *Circuit essentials- Pull-UP/Pull-DOWN resistors*. MUEEC.

<https://www.mueec.com/>

Peter. (2018). *What are Pull-UP and Pull-DOWN resistors?* Tech Explorations.

<https://techexplorations.com/>

Braza, J. (2022). *Pull-UP and Pull-DOWN resistors*. Circuit Basics.

<https://www.circuitbasics.com/>

Sourav G. (2018) Pull Up and Pull Down Resistor

<https://circuitdigest.com/tutorial/pull-up-and-pull-down-resistor>

Evaluating a T5-Based Large Language Model for Address Standardization: A Comparison with Rule-Based Methods Using Text Similarity and Geospatial Consistency

Alaeddin Türkmen¹, Ahmet Çay²

¹E-mail: alaeddinturkmen@gmail.com; Hepsijet, I=stanbul / Türkiye.

²E-mail: ahmet.cay@hepsijet.com; Hepsijet, I=stanbul / Türkiye.

Özet

Adres standardizasyonu, son nokta teslimatının verimliliği ve güvenilirliğinin doğrudan müşteri memnuniyetini ve operasyonel performansı etkilediği modern e-ticaret lojistiğinde kritik bir rol oynar. Zengin dil çeşitliliği ve gayriresmi adres kullanımı olan bölgelerde, geleneksel kural tabanlı yöntemler genellikle kullanıcılar tarafından girilen ham adres metinlerini doğru bir şekilde yorumlamak ve temizlemekte zorlanır. Bu sınırlamaları ele almak için, bu çalışma, 100.000 ham ve temizlenmiş Türkçe adres çiftinden oluşan büyük ölçekli bir veri kümesi üzerinde eğitilmiş, ince ayarlı bir t5-small LLM kullanarak standardizasyonu ele almak için sinirsel bir yaklaşım önermektedir.

Bu araştırmanın birincil amacı, LLM tabanlı adres temizliğinin, üretim sınıfı kural tabanlı bir adres temizleme algoritması tarafından üretilenler kadar iyi veya daha iyi olan coğrafi olarak güvenilir sonuçlar üretip üretemeyeceğini değerlendirmektir. Bu amaçla, hem metin düzeyinde karşılaştırma metriklerini (Levenshtein benzerliği ve BLEU puanı gibi) hem de Haversine mesafesi aracılığıyla koordinat düzeyinde coğrafi tutarlılığı içeren çift katmanlı bir değerlendirme yürütüyoruz. Analiz, temizlenmiş adres verilerinden daha doğru coğrafi kodlama sağlayarak teslimat hassasiyetini iyileştirmeyi, lojistik gecikmeleri en aza indirmeyi ve müşteri memnuniyetini artırmayı amaçlayan büyük bir Türk e-ticaret şirketinin gerçek dünya kullanım örneğine dayanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Adres Standardizasyonu, Coğrafi Kodlama, E-ticaret Lojistik, Transformer Modeller

Abstract

Address standardization plays a critical role in modern e-commerce logistics, where the efficiency and reliability of last-mile delivery directly affect customer satisfaction and operational performance. In regions with rich linguistic diversity and informal address usage, traditional rule-based methods often struggle to accurately interpret and clean raw address texts entered by users. To address these limitations, this study proposes a neural approach to address standardization using a fine-tuned t5-small LLM, trained on a large-scale dataset comprising 100,000 raw and cleaned Turkish address pairs.

The primary objective of this research is to evaluate whether LLM-based address cleaning can produce geospatially reliable results that are as good as—or better than—those generated by a production-grade rule-based address cleaning algorithm. To this end, we conduct a dual-layered evaluation that includes both text-level comparison metrics (such as Levenshtein similarity and BLEU score) and coordinate-level geospatial consistency via Haversine distance. The analysis is grounded in a real-world use case from a major Turkish e-commerce company aiming to improve delivery precision, minimize logistical delays, and increase customer satisfaction by providing more accurate geocoding from cleaned address data.

Keywords: Address Standardization, E-commerce Logistics, Geocoding, Transformer Models

INTRODUCTION

In the context of e-commerce and logistics, the accuracy of address data is vital for enabling timely and successful deliveries. Especially in the final stage of the delivery process—known as last-mile logistics—even small discrepancies in address format or structure can lead to significant inefficiencies such as delays, failed deliveries, or increased operational costs. These challenges are exacerbated in countries like Turkey, where address data entered by users often contains inconsistencies, misspellings, abbreviations, and diverse syntactic variations due to the informal nature of address entry.

Historically, rule-based address cleaning systems have been employed to resolve such inconsistencies (Mavrogiorgos et. al, 2022; Bradji & Boufaida, 2011). These systems typically rely on pattern matching (Christen and Churches, 2005) string manipulation, and heuristic rules (Rassenfosse et. al, 2019) derived from domain knowledge. While effective to a certain extent, rule-based systems tend to degrade in performance when exposed to previously unseen or highly variable input formats. Their brittleness in the face of linguistic variation motivates the exploration of more flexible and adaptive solutions.

Recent advances in Natural Language Processing (NLP), particularly the rise of transformer-based architectures and pre-trained language models, have opened up new possibilities for addressing this issue. Large Language Models (LLMs), such as the Text-to-Text Transfer Transformer (T5) (Raffel et. al, 2019) have demonstrated significant success in a variety of text transformation tasks including grammar correction, summarization, translation, and normalization. These models are capable of learning complex syntactic and semantic patterns directly from data, making them ideal candidates for handling the linguistic variability present in raw address texts.

In this study, we investigate the effectiveness of a fine-tuned t5-small model for address standardization in Turkish. The work is motivated by a practical requirement from a leading e-commerce logistics company operating in Turkey, which seeks to improve its geocoding accuracy in order to enhance customer satisfaction, reduce delivery delays, and improve overall logistics performance. The model is trained on a large corpus of raw and cleaned address pairs, enabling it to learn implicit rules of address formatting without manual feature engineering.

To assess the utility of the LLM-based approach in a real-world setting, we compare its performance with that of a robust rule-based address cleaning algorithm currently deployed in production. The comparison is structured around two key criteria: the textual similarity between the cleaned outputs and a known ground-truth address, and the spatial consistency of the geocoded coordinates derived from these outputs. Through this dual evaluation, we aim to determine not only how close the model's output is to the expected address format, but also whether it can reliably produce geographic coordinates that align with real-world delivery expectations.

METHOD

The methodological framework of this study involves the collection of a large-scale annotated address dataset, the fine-tuning of a transformer-based sequence-to-sequence model, and the comparative evaluation of geolocation performance using multiple metrics. The dataset comprises 100,000 Turkish-language address pairs, where each instance includes a user-generated raw address and a manually curated cleaned version that conforms to geocoding standards. The dataset spans a wide variety of urban and rural address forms, including abbreviations, colloquial phrases, redundant tokens, and malformed structures. This diversity makes it a suitable benchmark for testing the generalization capabilities of machine learning models.

After splitting the dataset into training and validation at a ratio of 80/20, the t5-small model, a compact version of the T5 architecture, was selected for fine-tuning due to its balance of performance and efficiency. Training was conducted using standard teacher-forcing on GPU infrastructure, optimizing the token-level cross-entropy loss between the predicted and reference cleaned addresses. Early stopping and validation-based checkpointing were employed to prevent overfitting.

To evaluate the real-world utility of the cleaned addresses, each cleaned text—both from the rule-based system and the T5 model—was submitted to a commercial geocoding API that returned corresponding latitude and longitude values. This enabled a downstream comparison of geolocation accuracy independent of textual formatting. For each address, we calculated the Haversine distance between the coordinates obtained from the rule-based cleaned address and those from the T5-cleaned address. This metric captures the physical distance between the two resulting points on the Earth's surface, providing a meaningful measure of geospatial deviation.

In addition to spatial metrics, textual similarity was assessed using Levenshtein ratio and BLEU score between the model-generated cleaned address and the ground truth. These metrics capture surface-level fidelity and token overlap, respectively, offering complementary perspectives on how well the model approximates the expected output. To ensure the fairness of the evaluation, addresses for which the rule-based algorithm had already produced an exact textual match with the ground truth were excluded from the geospatial comparison, as no further improvement was necessary in those cases.

This comprehensive evaluation framework allows us to examine the T5 model not only as a text-cleaning tool but also as a practical component in a geocoding pipeline, where spatial accuracy has real-world implications for logistics and customer experience.

RESULTS

To assess the real-world performance of the fine-tuned T5 model for address normalization, we performed quantitative evaluation on a held-out test set consisting of 5,000 Turkish address records. Of these, 3,830 addresses (76.6%) were found to be exact textual matches with the outputs of the existing rule-based algorithm. Since these exact matches are assumed to yield equivalent geographic results, no further geocoding analysis was required for this subset.

The remaining 1,170 addresses (23.4%), where the model output differed from the algorithmic result, were sent to a geocoding API to obtain their corresponding latitude and longitude coordinates. These samples were then evaluated using both textual similarity metrics—BLEU score and Levenshtein similarity—and geospatial accuracy via Haversine distance (in meters) between the algorithm- and model-derived coordinates.

The mean scores across the 1,170 non-matching addresses were as follows:

- Average Levenshtein Similarity: 0.958
- Average BLEU Score: 0.621
- Average Haversine Distance: 1,271.68 meters

These results demonstrate that, even in cases where the model-generated address text did not exactly match the rule-based output, the cleaned addresses still maintained high textual fidelity, with an average Levenshtein similarity of over 95%. This indicates that many differences were likely syntactic (e.g., abbreviation expansion, punctuation adjustment) rather than semantic.

From a geospatial perspective, 757 out of the 1,170 addresses (64.7%) resulted in identical latitude and longitude values to those of the rule-based output. Among the remaining 413 addresses, the spatial differences were further analyzed using a tiered Haversine distance threshold:

Table 1. *Geospatial Accuracy by Haversine Distance Threshold*

Threshold (m)	# of Addresses	% of Total (n=1170)
≤ 100	805	68.80%
≤ 200	847	72.39%
≤ 500	969	82.82%
≤ 1000	1061	90.68%

These results indicate that over 90% of the geocoded coordinates from the model’s outputs were within 1 kilometer of those generated from the rule-based method, and nearly 70% were within just 100 meters, a distance margin considered operationally acceptable for last-mile logistics.

Textual similarity distributions also showed strong consistency:

Table 2. *Textual Similarity Distributions (n = 1,170)*

Metric	Threshold	# of Addresses	% of Total
Levenshtein Similarity	≥ 0.85	1185	95.30%
	≥ 0.90	1053	90.00%
	≥ 0.95	897	76.67%
	≥ 0.98	477	40.77%
BLEU Score	≥ 0.50	808	69.06%
	≥ 0.60	586	50.09%
	≥ 0.70	414	35.38%

These figures confirm that the T5 model generalizes address patterns with strong precision and semantic accuracy. While BLEU scores are generally more sensitive to exact token ordering, Levenshtein scores indicate that the outputs are structurally and contextually close to the target format.

Overall, the results suggest that the model not only performs robust textual standardization but also preserves or approximates the spatial intent of the original addresses. These properties make it a strong candidate for integration into production pipelines aimed at improving geolocation accuracy and reducing delivery errors in e-commerce logistics.

CONCLUSION AND DISCUSSION

This study explores the application of a fine-tuned T5-small language model for the task of address normalization within the logistics operations of an e-commerce company. The primary objective was to improve the accuracy of geographic coordinate retrieval by enhancing the quality and consistency of user-entered address data. Accurate localization of delivery addresses is a critical component in reducing delays, optimizing route planning, and improving overall customer satisfaction. Traditional rule-based systems, while effective in many scenarios, often fall short when addressing inconsistencies, typographical errors, and unstructured input formats that are common in real-world address data.

The results obtained from a test set of 5,000 addresses demonstrate that the model replicates the rule-based algorithm's output exactly in 76.6 percent of cases. For the remaining 1,170 addresses where there was no exact text match, a comprehensive evaluation was performed to assess the semantic and spatial consistency of the model's output. Despite textual differences, 757 of these mismatched addresses yielded identical geographic coordinates when queried through a geocoding API. Furthermore, the remaining subset of 413 addresses showed a strong alignment in terms of location, with 90.68 percent falling within a 1,000-meter radius, 82.82 percent within 500 meters, and nearly 69 percent within 100 meters. These results suggest that even in cases of textual

mismatch, the model effectively preserved the semantic content of the address, leading to similar or identical geographic interpretations.

Textual similarity metrics support this observation. The average Levenshtein similarity score across the mismatched cases was 0.958, indicating a high degree of alignment with the reference output. The BLEU score, while inherently more sensitive to word order and phrasing, averaged 0.621, and over 69 percent of the mismatched outputs achieved a BLEU score above 0.5. These findings collectively suggest that the model performs a form of intelligent normalization—improving, reordering, or correcting address tokens—without distorting the underlying meaning or geographic intent of the input.

The practical implications of these results are significant. Integrating such a model into a logistics pipeline can reduce the frequency of failed or delayed deliveries caused by malformed or ambiguous addresses. Additionally, the reduced dependence on rigid rule-based systems or extensive manual intervention offers operational scalability and adaptability, especially in environments where address formats vary or evolve. The use of a transformer-based model also opens the door to further improvements through transfer learning and domain adaptation.

Looking forward, several research directions can be pursued to enhance this approach. Incorporating geospatial information directly into the training objective could improve the model’s sensitivity to location-critical elements. Expanding the dataset to include multiple languages and regional address conventions would allow the system to generalize to international logistics scenarios. Moreover, incorporating a feedback loop where incorrect or low-confidence outputs are used for retraining can further improve model accuracy over time. Lastly, coupling the language model with structured entity recognition tools may increase interpretability and enable tighter integration with downstream geocoding services.

In conclusion, this study demonstrates that large language models can be effectively leveraged for address normalization tasks in real-world logistics contexts. The model’s ability to produce geospatially accurate outputs, even when textually divergent from traditional algorithms, highlights its robustness and practical utility. By bridging the gap between raw, user-generated address data and the structured formats required for efficient delivery, the proposed approach contributes meaningfully to operational efficiency and customer satisfaction in e-commerce logistics.

REFERENCES

- [1] Mavrogiorgos, K., Mavrogiorgou, A., Kiourtis, A., Zafeiropoulos, N., Kleftakis, S., & Kyriazis, D. (2022, November). Automated rule-based data cleaning using NLP. In *2022 32nd Conference of Open Innovations Association (FRUCT)* (pp. 162-168). IEEE.
- [2] Bradji, L., & Boufaïda, M. (2011). A rule management system for knowledge based data cleaning. *Intelligent Information Management*, 3(6), 230-239.

- [3] Christen, P., & Churches, T. (2005, April). A probabilistic deduplication, record linkage and geocoding system. In *Proceedings of the Australian Research Council Health Data Mining Workshop: Canberra, AU*.
- [4] De Rassenfosse, G., Kozak, J., & Seliger, F. (2019). Geocoding of worldwide patent data. *Scientific data*, 6(1), 260.
- [5] Raffel, C., Shazeer, N., Roberts, A., Lee, K., Narang, S., Matena, M., ... & Liu, P. J. (2020). Exploring the limits of transfer learning with a unified text-to-text transformer. *Journal of machine learning research*, 21(140), 1-67.

İmpacts of 12V and 48V Mild Hybrid Batteries on Vehicle Architecture

Şaban KOÇ¹, Erhan YAMAN²

¹ saban.koc@tofas.com.tr Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., Arhitecture Integration Section, Bursa, Turkey

² erhan.yaman@tofas.com.tr Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., Arhitecture Integration Section, Bursa, Turkey

Özet

Dünya nüfusu ile birlikte motorlu taşıt sayısı da artmaktadır. Egzoz gazlarının çevreye olan etkilerini azaltmak amacıyla Avrupa Birliği Komisyonu, 1991 yılından itibaren yeni üretilen araçlar için emisyon düzenlemeleri getirmiştir. Özellikle dizel araçlara yönelik bu kısıtlamalar doğrultusunda, otomotiv üreticileri insan sağlığına ve çevreye daha az zararlı alternatif güç aktarım sistemleri geliştirmeye yönelmiştir. Bu teknolojiler arasında Mild Hybrid Elektrikli Araçlar (MHEV), maliyet ve altyapı avantajlarıyla öne çıkmaktadır.

Hibrit teknolojilerde kullanılan 12V ve 48V batarya sistemlerinin devreye girmesiyle birlikte, araç mimarisi ve komponent tasarımı önemli ölçüde etkilenmiştir. Bu çalışma, yalnızca MHEV sistemleri kapsamına odaklanmakta ve batarya yerleşimlerinin araç üzerindeki yapısal, ergonomik ve maliyet yönlü etkilerini analiz etmektedir. Çalışmada, batarya konumlarının farklı araçlarda (motor boşluğu, koltuk altı, taban altı, bagaj ve stepne havuzu vb.) nasıl bir mimari zorunluluk oluşturduğu ve sistemle birlikte entegre edilen diğer bileşenlerin tasarıma katkısı değerlendirilmektedir.

Anahtar kelimeler: MHEV, Araç mimarisi, Hibrit batarya, Li-ion batarya yerleşimi

Abstract

The number of motor vehicles has been increasing in parallel with the global population. To mitigate the environmental impact of exhaust gases, [European Commission, 2023] the European Union Commission has introduced emission regulations for newly produced vehicles since 1991. Particularly due to restrictions on diesel vehicles, automotive manufacturers have been encouraged to develop alternative powertrain systems that are less harmful to human health and the environment. [European Commission, 2023] Among these technologies, Mild Hybrid Electric Vehicles (MHEVs) stand out due to their cost and infrastructure advantages. [Zhang et al., 2023]

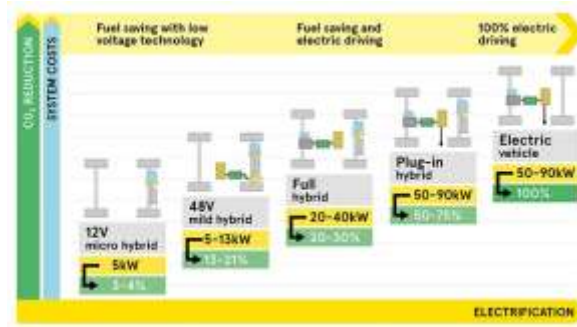
The implementation of 12V and 48V battery systems in hybrid technologies has significantly influenced vehicle architecture and component design. [Zhang et al., 2023] This study focuses exclusively on MHEV systems and analyzes the structural, ergonomic, and cost-related effects of battery placement within the vehicle. It evaluates how battery positioning (engine bay, under the seat, under the floor tunnel, under the trunk and truck floor, etc.) imposes architectural constraints and assesses how other components integrated into the system contribute to overall design.

Keywords: MHEV, Vehicle Architecture, Hybrid battery, Li-ion battery integration

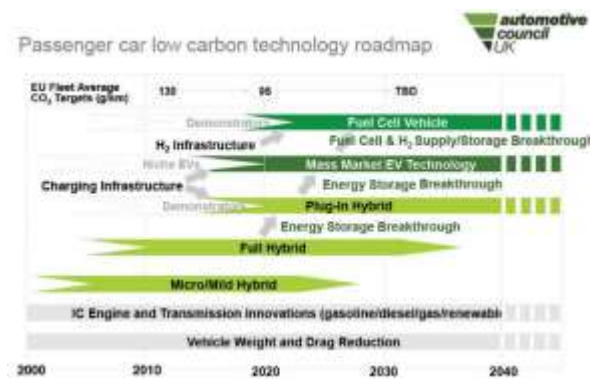
1. INTRODUCTION

In an effort to reduce the environmental impact of road transportation, emission regulations have been globally enacted, spearheaded by the European Union [European Commission, 2023]. There are currently 5 main concept trends in the market regarding the electrification of the powertrain in electric vehicles. These concepts consist of the Start Stop, MHEV, HEV, PHEV and BEV types. (Picture.1) These emission rules and not sufficient infrastructure of BEV vehicle have significantly accelerated the transition from conventional internal combustion (ICE) vehicles to electrically assisted alternatives.

Among the spectrum of electrification technologies, Mild Hybrid Electric Vehicles (MHEVs) have emerged as a pivotal transitional solution, [Zhang et al., 2023] primarily due to their cost-effectiveness and ease of integration into traditional (conventional) vehicle platforms. MHEV systems incorporate a supplementary electrical architecture powered by 12V or 48V lithium-ion batteries, operating in parallel with a traditional ICE. While these systems do not enable full electric propulsion, they enhance vehicle efficiency through functionalities such as torque assist, idle-stop, and regenerative braking.



Picture 1. Electrification Level on Vehicle [Avnet]



Picture 2. Passenger car low carbon technology roadmap [Automotive Council UK]

2. LITERATUR REVIEW

The adoption of mild hybrid systems has increased significantly in recent years, driven by regulatory pressures and the demand for cost-effective electrified solutions. [Gökalp, 2021] In the literature, the

technical functions of 12V and 48V systems are primarily examined in terms of energy efficiency and electrical performance.

However, the architectural implications of these systems particularly in areas such as battery packaging, interior ergonomics, ground clearance, and production-friendly integration have been explored in only a limited number of studies. [Bosch GmbH, 2020] Most existing research focuses on the architectural transformations required by Battery Electric Vehicles (BEVs) or Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEVs). [Zhang et al., 2023]

This paper specifically addresses MHEV configurations, analyzing the technical and structural impacts of battery placement on vehicle architecture. Furthermore, it evaluates the implications of associated components such as the Belt-Integrated Starter Generator (BISG), DC/DC converter, and Hybrid Control Unit (HCU) in terms of manufacturing, maintenance, and safety requirements.

3. MHEV SYSTEM ARCHITECTURE AND COMPONENT INTEGRATION

3.1 General System Layout

BISG (Belt-Integrated Starter Generator): This component replaces the conventional alternator and functions both as a starter motor and an energy recuperation device during braking. [Bosch GmbH, 2020] It is mounted at the front end of the engine.

12V or 48V Li-ion Battery Pack: Serves as the main energy storage unit. Depending on the system voltage and vehicle platform, it can be located in various regions of the vehicle.

HCU (Hybrid Control Unit): Manages communication and energy distribution among all electrical components within the mild hybrid system. [Bosch GmbH, 2020]

DC/DC Converter: Used exclusively in 48V systems to step down high voltage to 12V, enabling compatibility with conventional low-voltage vehicle electronics.

High-Voltage Cables: Provide the electrical connection between the battery, BISG, and DC/DC converter.

Dual Battery Switch Module: Particularly used in 12V systems, this module manages the charging sequence and energy transfer between the mild hybrid battery and the standard 12V battery.



Picture 3. MHEV Vehicle Components [autolexicon.com]

3.2 Battery Placement Strategies

- **Under-Seat Placement:** In models such as the Segment A and B Vehicle, 12V 12V batteries are positioned beneath the driver's seat. This configuration has a direct impact on cabin ergonomics and seat packaging constraints.
- **Underbody Tunnel Placement:** As seen in the Segment C, the battery is integrated into the underbody tunnel section of the vehicle. While this strategy allows integration without compromising cabin volume, it imposes limitations on ground clearance and exhaust system layout.
- **Trunk area Floor Placement:** This approach isolates the battery from the passenger compartment and facilitates service access. However, it may reduce trunk space and necessitate additional protective measures to meet crash safety requirements.

Placement Type	Advantages	Disadvantages
Under-Seat	Short cable lengths, centralized weight distribution	Ergonomic constraints, aesthetic limitations, restricted seat height
Underbody Tunnel	Does not affect cabin volume, contributes to lower center of gravity	Ground clearance limitations, design constraints for exhaust and fuel systems
Luggage Floor Trunk Area	Isolated from passenger compartment, allows easy service access, longer routing flexibility	Loss of trunk space, lowered floor height, crash safety concerns, complex cable and cooling pipe layout

Table 1. Architectural Impacts of Battery Placement



Picture 4. MHEV Battery Placements

4. IMPACTS OF BATTERY INTEGRATION ON VEHICLE ARCHITECTURE

4.1 Effects on Electrical and Thermal Management

The positioning of the battery directly influences both the electrical cable lengths and the thermal management strategy of the vehicle. [Lee & Park, 2022] This impact is particularly evident in configurations where the battery is mounted beneath the trunk floor:

- Extended cable lengths can lead to voltage drops, electromagnetic interference (EMI), and overall energy losses. [Lee & Park, 2022]
- To compensate for the increased distance, cable diameter and insulation requirements may rise, resulting in additional weight and cost.
- If the battery requires active thermal management, longer coolant lines may necessitate increased pump capacity or the integration of an auxiliary cooling pump.
- In certain cases, a more powerful compressor and additional protective tubing solutions may be required to ensure adequate thermal performance and system reliability.

4.2 Impact on Layout and Harness Design

- Extended cable and pipe routing necessitates the addition of structural modifications to the vehicle body, such as supplementary channels, cutouts, and mounting brackets.
- These changes lead to increased assembly time and contribute to greater manufacturing complexity.
- Design considerations must be taken into account to avoid heat sources and to ensure adequate NVH (Noise, Vibration, and Harshness) insulation, particularly in sensitive interior zones. Additionally, in tunnel-mounted placements, mild hybrid systems can utilize the existing exhaust tunnel from internal combustion engine platforms, which facilitates battery integration. However, this configuration necessitates modifications to the exhaust routing, potentially increasing system complexity and reducing ground clearance.

4.3 Impacts on Ergonomics and User Experience

The spatial integration of MHEV battery systems particularly those positioned beneath the seat has a direct influence on occupant ergonomics:

- The seat cushion height may increase, potentially reducing headroom and overall driving comfort, especially in vehicles with limited cabin dimensions.
- When the battery is located beneath the seat rails, the seat's longitudinal adjustment range may be restricted, necessitating specialized mounting brackets or redesigns.

- Inadequate thermal insulation may result in unwanted heat transfer from the battery to the passenger compartment, adversely affecting cabin comfort.
- These ergonomic limitations tend to become more pronounced in compact-class MHEV models, where packaging space is already constrained.

4.4 Aesthetics and Interior Layout

Positioning the battery in close proximity to the interior cabin may introduce certain aesthetic drawbacks:

- Battery placements beneath seats or under floor panels may necessitate raised flooring or the incorporation of additional trim covers.
- These modifications can lead to uneven floor surfaces and reduced storage space, particularly in the rear passenger area.
- Batteries placed under the trunk floor may compromise the usable luggage volume and disrupt a flat loading surface, reducing practicality.
- As aesthetic quality strongly influences user perception and perceived product value, such effects must be carefully considered during the early stages of product development.

4.5 Safety and Crash Performance

Battery safety is of critical importance for both passive safety (in the event of a collision) and operational safety perspectives:

- Batteries placed beneath the trunk floor are exposed to direct impact zones in rear-end collisions. Therefore, the integration of additional crash barriers or reinforced structural elements may be required to provide crash target of the vehicle.
- Batteries mounted under the vehicle must be protected against external hazards such as impacts, water fording, road debris, and salt exposure. For this purpose, specialized enclosures and insulation solutions should be incorporated into the design.
- From an electrical safety standpoint, all regions through which high-voltage cables are routed must be equipped with EMI shielding and leakage current isolation.
- To comply with safety standards, batteries and associated components must be designed in accordance with ECE R100, ISO 6469, and other applicable international regulations. [ECE Regulation No. 100, 2019; ISO, 2018]

4.6 Manufacturing and Cost Impacts

Battery placement plays a significant role in both vehicle development and mass production processes, influencing overall cost and labor intensity:

- Extended cable and pipe runs lead to increased material costs and greater assembly complexity.
- Under-seat or in-cabin configurations may require custom-manufactured floor panels, thermal insulation materials, and additional acoustic isolation.
- Underbody-mounted batteries may necessitate the establishment of dedicated sub-stations or special handling processes along the production line.
- The use of additional pumps or cooling fans in the thermal management system further increases the total system cost.

- For these reasons, battery packaging should be treated not only as a technical decision, but also as a strategic consideration that must be addressed during the early phases of platform development, with a focus on both logistical feasibility and cost optimization.

5. Conclusion and Recommendations

This study has conducted a comprehensive analysis of the architectural impacts of 12V and 48V Mild Hybrid Electric Vehicle (MHEV) systems on overall vehicle design. The research systematically compares various battery placement strategies including under-seat, underbody tunnel, and trunk area floor configurations from a technical standpoint. Each configuration has been evaluated in terms of its implications for integration criterias, ergonomics, aesthetics, safety, manufacturing, and cost.

Key Findings:

- While under-seat placement offers advantages in terms of reduced cable length and centralized mass distribution, it imposes limitations on cabin ergonomics and interior aesthetics. Especially in compact vehicles (Mini and A Segments), despite ergonomic constraints, under-seat placement is often selected due to limited tunnel and trunk space availability.
- Underbody tunnel placement preserves cabin space and optimizes the center of gravity. Mild hybrid systems can utilize the pre-existing exhaust tunnel structures originally designed for internal combustion engine platforms. However, the presence of the battery requires reconfiguration of the exhaust routing, potentially leading to more complex exhaust system designs and negatively impacting ground clearance.
- Trunk area floor placement allows integration without affecting passenger space but results in reduced cargo volume, necessitates longer cable and coolant line routing, and requires additional structural reinforcements to meet crash safety standards.
- The length of electrical and thermal conduits, such as cables and coolant lines, directly influences energy efficiency, system weight, and manufacturing cost.
- Extended coolant piping necessitates the use of more powerful pumps or compressors, thereby increasing both the cost and complexity of the thermal management system.

Based on the comparative evaluation summarized in Table 2, the tunnel-mounted configuration generally provides the most balanced solution in terms of ergonomics, structural integration, and dynamic vehicle performance, provided that ground clearance is adequately managed. Under-seat placement is considered a feasible option mainly for compact vehicles where tunnel and trunk packaging is highly constrained. Trunk area floor solutions are limited to vehicles with large cargo volumes and require additional safety protections due to rear crash performance.

Recommendations:

- Battery placement should be approached as a multifaceted design decision that not only affects vehicle architecture but also directly influences product, user experience, vehicle style, safety, and manufacturing strategy.
- In MHEV integrations, the positioning of the battery and its associated components should be evaluated early in the platform development phase to ensure architectural compatibility.

- Thermal management and cable routing design should be optimized based on the battery's location to minimize unnecessary energy losses and improve system efficiency.
- Future research should focus on developing segment-specific optimization strategies and automating layout analysis through the use of digital twin models.

Type	General Evaluation	Recommendation
Under-Seat	Causes negative impacts on ergonomics and seating comfort. However, due to the limited luggage and tunnel space in compact vehicles, it is generally preferred as the most feasible solution.	May be a necessary solution for compact (A-segment) vehicles. For B- and C-segment vehicles, if architectural flexibility exists, alternative placements should be considered.
Underfloor (Tunnel Area)	Preserves cabin volume and optimizes the center of gravity. However, it reduces ground clearance and requires redesigning the exhaust and fuel systems.	Recommended for SUV, sedan, and crossover platforms, provided that sufficient ground clearance is maintained in the design.
Luggage Floor (Trunk Area)	Leads to luggage space loss, increases crash safety risks, and causes extended cable and cooling pipe routing, making it highly risky for compact vehicles.	Should be limited to vehicles with large luggage compartments (station wagons, SUVs) with additional protective reinforcements. Not recommended for compact segment vehicles.

Table 2. General Evaluation and Recommendations for Battery Placement Strategies in MHEV Vehicle Architecture

REFERENCES

URL1 : <https://my.avnet.com/abacus/solutions/markets/automotive-and-transportation/automotive/power-train-and-ev-hc-phev-systems/the-48v-design-challenge/>

URL2: <https://www.automotivecouncil.co.uk/2013/09/automotive-technology-roadmaps/>

URL3: <https://www.autolexicon.net/en/articles/mhev-mild-hybrid-electric-vehicle/>

European Commission. (2023). EU vehicle emissions standards. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu>

Zhang, L., Kim, D., & Lin, Z. (2023). Optimal architecture for 48V hybrid powertrains in passenger vehicles. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 72(1), 91–103. <https://doi.org/10.1109/TVT.2022.3200000>

Gökalp, S. (2021). Hibrit ve elektrikli araçlar: Teknolojik yapı ve entegrasyon sorunları. Otomotiv Teknolojileri Dergisi, 19(3), 45–58.

Bosch GmbH. (2020). Mild hybrid systems: Architecture and efficiency (Tech. Rep.). Stuttgart: Bosch Engineering.

Lee, J., & Park, S. (2022). Thermal management strategies for electrified powertrains. SAE International Journal of Alternative Powertrains, 11(2), 114–125. <https://doi.org/10.4271/2022-01-0702>

ISO. (2018). ISO 6469-3: Electrically propelled road vehicles – Safety specifications – Part 3: Protection of persons against electric shock. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

ECE Regulation No. 100. (2019). Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to specific requirements for the electric power train. United Nations Economic Commission for Europe.

Liquid Metal Embrittlement (LME) of Zn Coated TRIP 800 MAG Welded Steel and Solution with Rack Spin Zinc-Flake Coating

**Merve VATANSEVER¹, Büşra EFE KARTALMIŞ¹, Fikri MUTLU², Samet ÇALIŞAN²,
Burak OĞRAŞ³**

¹E-mail: merve.vatansever@tofas.com.tr & busra.efekartalmis@tofas.com.tr; TOFAŞ, Bursa / Türkiye.

²E-mail: fikri.mutlu@normcoating.com & samet.calisan@normcoating.com; Norm Coating, Uysal Makina, Manisa/ Türkiye.

³E-mail: BOgras@magnicoatings.com; Magni Turkey, İstanbul/Türkiye.

Özet

TRIP 800 çeliği, ferritik matris içinde artık östenit ve karbürsüz beynit içeren mikro yapısı sayesinde yüksek dayanım ve süneklik sunar. Plastik deformasyon sırasında östenitin martenzite dönüşmesi, bu çeliğe adını veren TRIP (Transformation Induced Plasticity) etkisini oluşturur. Otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılan bu çelik, genellikle galvanizli ve MAG kaynaklı olarak gövde ve şasi parçalarında yer alır. Ancak galvanizli sacların MAG kaynağında sıvı metal gevrekliği (LME) riski oluşabilir. Çatlakları önlemek için çinko kaplama çıkarılsa da bu, korozyon direncini azaltabilir. Bu çalışmada, galvaniz kaplaması çıkarılmış TRIP 800 sacları Norm Kaplama Firmasında fosfat ön işlem sonrası Magni 265 çinko lamelar kaplama askı spin yöntemiyle uygulanmıştır. Kaplamalı parçalar, ASTM D3359 yapışma, ISO 9227 tuz püskürtme ve SAE J2334 çevrimli korozyon testlerinden başarıyla geçmiştir. Sonuçlar, askı spin çinko lamelar kaplamanın LME'yi önlemede ve korozyon direncini korumada etkili olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: MAG, Magni 265, SAE J2334, TRIP 800, tuz sisi testi.

Abstract

TRIP 800 steel offers high strength and ductility due to its unique microstructure, with residual austenite and carbide-free bainite in a ferritic matrix. Its name comes from the Transformation Induced Plasticity (TRIP) effect, where austenite transforms into martensite during deformation. Used in automotive applications, it is often galvanized and MAG welded, which can lead to liquid metal embrittlement (LME). To prevent weld cracks, zinc removal or design changes are common but may reduce corrosion resistance. This study evaluates rack spin zinc flake coating as an alternative. After welding and zinc removal, sheets were pretreated with phosphate and coated with Magni 265 at Norm Coating Company. The coated parts passed adhesion (ASTM D3359), salt spray (ISO 9227), and cyclic corrosion (SAE J2334) tests. Results show that rack spin coating effectively mitigates LME while maintaining corrosion resistance in TRIP 800 applications.

Keywords: MAG, Magni 265, SAE J2334, TRIP 800, salt spray test.

INTRODUCTION

TRIP (TRAnsformation Induced Plasticity) steels are the specific developed grades of high strength steels (AHSS) steel for automotive industry in 1990 s because of its superior performance, light weight, high processability and strength after plastic deformation. The automotive industry uses TRIP steels in body in white (BIW) and chassis components because of increasing user and driving safety, decreasing fuel consumption and decreasing the weight of car body (Hayat ,2010, 702-710). The microstructure of TRIP 800 steel consists of a ferrite matrix with dispersed hard phases such as martensite and bainite, as well as retained austenite. The retained austenite transforms into martensite during plastic deformation, which enhances work hardening and delays necking, resulting in high ductility, excellent formability, and superior crash energy absorption (Sezgin, & Hayat, 2020, 1), (Barcellona, Cannizzaro, & Palmeri, 2007, 71). TRIP 800 steel is commonly joined using several welding methods, including electron beam welding (EBW), laser welding, resistance spot welding (RSW) and metal active gas (MAG) welding. Spot welding is widely used for assembling automotive body and chassis components due to its efficiency and suitability for TRIP 800, with process parameters optimized to enhance joint strength and minimize brittleness (Shi & Westgate, 2005), (Onar & Aslanlar, 2017). Spot welding is generally used before other welding types to join the part together, so it is not easy to understand the cause of the breakage is spot welding or MAG welding after fatigue tests. Since there is no more study in literature about MAG welding, this study focused on MAG welding.

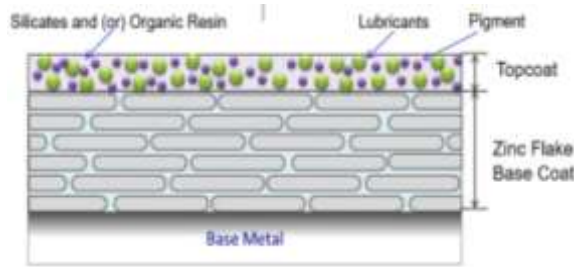


Figure 1: Generic zinc flake layering system (Michigan Metal Coatings Company, n.d.).

TRIP 800 grades are often provided as galvanized and galvanizing affects liquid metal embrittlement (LME) in the welding of this steel because the zinc (Zn) coating can become molten during welding, this allows liquid Zn to penetrate grain boundaries in the steel under the influence of thermal and mechanical stresses. This penetration weakens the grain boundaries, leading to intergranular cracking but that effect is not observed in uncoated steels (Li, Guo, Zhang, Zhao & Li, 2024). Removing zinc coating can decrease corrosion resistance, cause thickness loss over time, and lead to breakage in time. As a result, industry started to search for alternatives for this reason and the lamellar zinc coating was created by industry professionals. Lamellar zinc coating which is shown in Figure 1 is also known as zinc flake coating. It is a type of protective layer composed of paint-like liquid, containing zinc or zinc-aluminum flakes, binders, and hardening agents. This coating is applied to steel parts; often fasteners like nuts, bolts, and springs, by dipping or spraying, then cured at elevated temperatures to form a hard, corrosion-resistant layer. The lamellar structure provides several advantages: high corrosion resistance, absence of hexavalent chromium, resistance to chemicals and UV, and no risk of hydrogen embrittlement (Oleksiak, Kořtało, & Poloczek, 2021).



Figure 2: Magni 265 rack spin coating rack example for chassis part

Rack spin zinc flake coating is a process used to apply a thin, highly corrosion-resistant layer to small metal parts, especially fasteners and pressed components. In this method, parts are placed in a basket, submerged in a liquid zinc flake coating, and then spun at high speed to remove excess coating and ensure a uniform, controlled film thickness. This process results in a durable, even coating that provides excellent protection against corrosion, resists mild chemicals and automotive fluids, and does not cause hydrogen embrittlement—a key advantage over some traditional plating methods. Rack spin zinc flake coatings which are given in Figure 2 are widely approved by automotive OEMs and Tier 1 suppliers due to their cost-effectiveness, environmental benefits, and superior performance compared to conventional zinc plating (Profin Protective Finishing, n.d.) and Michigan Metal Coatings Company, n.d.).

In this study, 10-micron galvanized TRIP 800 sheets were welded and tested for LME under fatigue conditions. The zinc coating was removed, and the welded sheets underwent rack spin coating at Norm Coating Company. Before applying Magni 265 zinc flake coating, phosphate coating was used as a pretreatment to enhance adhesion. After rack spin coating parameters optimized, the cured parts were subjected to ASTM D3359 adhesion tests, a 1000-hour salt spray corrosion resistance test (ISO 9227), and a 140-cycle accelerated cyclic salt spray corrosion resistance test (SAE J2334). Results indicated that rack spin zinc flake coating is an effective solution for addressing liquid metal embrittlement in advanced high-strength steel grades like TRIP 800.

EXPERIMENTAL PROCEDURE

1. Materials

The material employed in this study consisted of TRIP 800 grade steel sheets, supplied by ArcelorMittal Steel Sheet Company. The chemical composition of the steel is presented in Table 1. Metal Active Gas (MAG) welding was selected as the joining method. The welding parameters were determined based on the recommendations provided in ArcelorMittal's Material Data Sheet, which is also available on the company's official website. The resulting weld seam is illustrated in Figure 3.

Table 1. TRIP 800 chemical composition

	C (%)	Mn (%)	Al + Si (%)	P (%)	S (%)	Cr (%)	Ti (%)	Ceq.
TRIP 800	0,201	1,64	1,53	0,023	0,003	0,020	0,004	0,72
TRIP 800	0,181	1,65	1,57	0,026	0,003	0,024	0,005	0,71

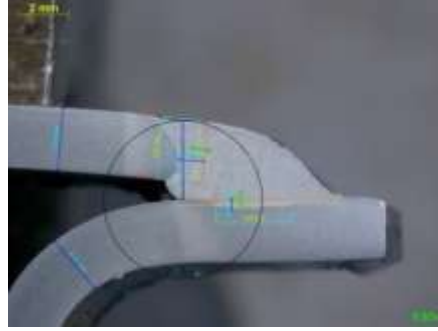


Figure 3: Welding seam of MAG welded TRIP 800 sheets



Figure 4: Magni 265 coating cycle basecoat and topcoat chemicals

Magni 265 coating was utilized as the chemical agent in the rack spin coating process. This coating system comprises a single basecoat, designated as BC59, and a single topcoat, designated as P35, as illustrated in Figure 4.

2.Method

The welded, non-galvanized steel sheet components were sent to Norm Coating–Uysal Makina for the coating process. Due to the chemical properties involved and to improve surface adhesion, the parts underwent phosphate coating following surface cleaning treatments. A detailed flowchart outlining the surface preparation, coating, and curing processes is presented in Figure 5. For the coating process—specifically adapted for the rack spin method—a new rack system was designed by Norm Coating. The components were immersed and spun in a large coating bath. Following the application of the basecoat and topcoat, the coating was cured at a temperature of approximately 200–250 °C for a duration of 30–45 minutes.

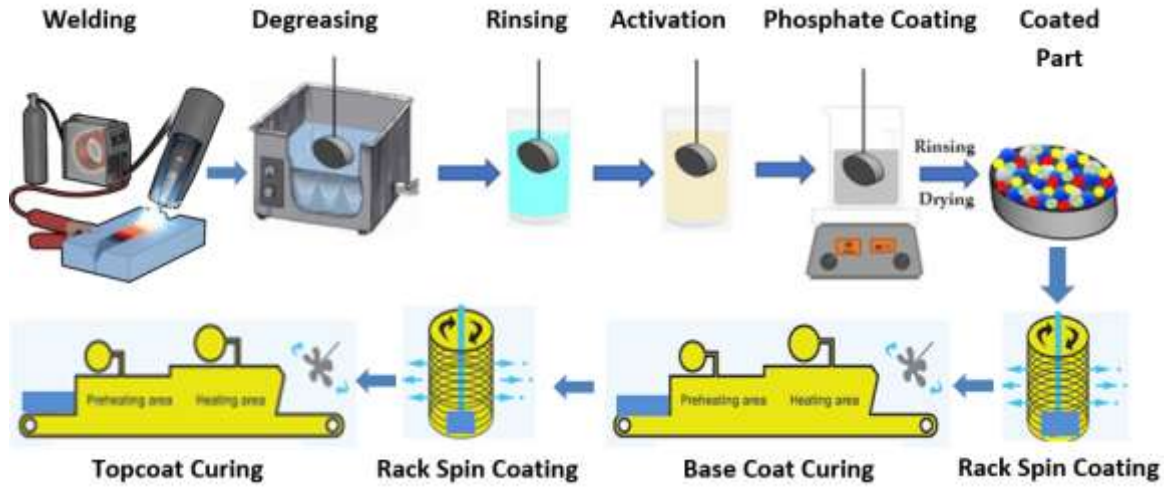


Figure 5: Zinc flake process flow of welded TRIP 800 steel

RESULTS & DISCUSSION

Fatigue Test

In the test, the control arm is fixed using a fixture with equivalent stiffness to the vehicle's subframe, and the load is applied through the ball joint connection. The direction of loading is aligned precisely with the angle determined in virtual analyses relative to the X-axis this angle represents the orientation at which the force acts perpendicularly to the load point during vehicle braking or acceleration phases. The fatigue load is repeated throughout a defined cycle. Once a failure is observed, the failure point is identified, and the test is stopped. If the resulting value is equal to or greater than the desired threshold, the test is considered successful. To make comparison between "with galvanized & without zinc flake" and "without galvanized & with zinc flake" 2 different setups have been started and run until crack. The results show that the fatigue performance of "without galvanized & with zinc flake" is better than "with galvanized & without zinc flake" as shown in Table 2.

Table 2. Fatigue comparison of the galvanized and zinc flake coated parts

cycle	with galvanizing / without	without galvanizing /
	zinc flake	with zinc flake
100000	OK	OK
200000	OK	OK
300000	OK	OK
400000	Brakeage	OK
500000		OK
600000		OK

700000	OK
800000	OK
900000	OK
1000000	Breakage

Adhesion Test

ASTM D3359 is a simple, quick, and widely accepted tape test method to rate the adhesion quality of coatings, using either an X-cut or cross-cut pattern and a standardized tape removal procedure, with results rated on a 0-5 scale based on visual inspection of coating retention (KTA, n.d.). After curing operations parts were tested with X-cut pattern and no observed adhesion loss so it was graded as 0 adhesion loss.

Salt Spray Corrosion Test

The salt spray test, conducted in accordance with ISO 9227, is a standardized method used to evaluate the corrosion resistance of metallic materials and their protective coatings by exposing them to a controlled, salt-laden atmosphere. During the test, specimens are placed in a chamber where a saline solution is atomized and continuously sprayed at a constant temperature, typically 35 °C, for a predetermined duration. Following exposure, the samples are examined for indications of corrosion, such as rust formation or coating degradation, to assess the performance of protective coatings and identify potential defects, including pores or surface damage (Cotec Labs, n.d.). ISO 9227 is extensively utilized for quality assurance purposes, particularly in the automotive industry, to verify the protective capabilities of surface coatings.

In this study, zinc flake-coated specimens were subjected to salt spray corrosion testing. After 288 hours of exposure, the samples were inspected for white rust formation, and no signs of corrosion were observed. The test was subsequently extended to 1008 hours, after which the specimens were evaluated for red rust formation. No red rust corrosion was detected on the surface, confirming the high corrosion resistance of the coating system.

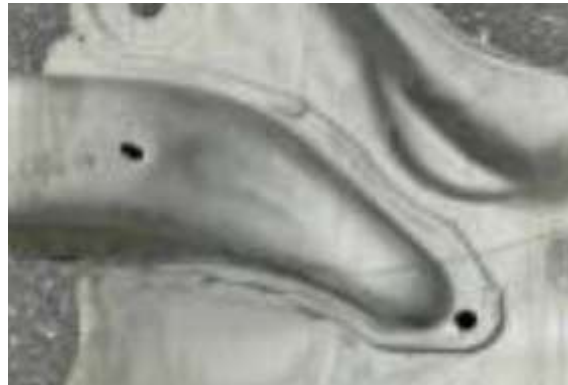


Figure 6: Zinc flake salt spray corrosion test result after 1008 hours

Laboratory Cyclic Corrosion Test

SAE J2334 is a laboratory-based cyclic corrosion test method specifically developed to simulate and accelerate real-world outdoor corrosion conditions, particularly for automotive materials and coating systems. The test involves a series of repeated cycles comprising three distinct phases: a humid phase, a salt solution spray phase—utilizing a mixture of NaCl, CaCl₂, and NaHCO₃—and a dry phase. Each stage is conducted under tightly controlled temperature and humidity conditions. As a field-correlated protocol, SAE J2334 is designed to closely replicate corrosion phenomena observed in actual service environments, thereby providing reliable data for both validation and development of protective coating systems.

The standard test duration typically includes a minimum of 60 cycles, during which corrosion indicators such as corrosion rate, mass loss, and scribe creep-back are periodically assessed. Owing to its high correlation with real-world conditions, SAE J2334 is extensively employed in the automotive industry to evaluate cosmetic corrosion performance and to predict long-term material durability in service environments (Micom Laboratories, n.d.).

In this study, the SAE J2334 cyclic corrosion test was conducted for a total of 140 cycles. To evaluate the real-life corrosion performance of the coating, the test specimens were subjected to stone chipping after every 20 cycles. The stone chipping test was carried out in accordance with SAE J400 standards, and the evaluation criteria were based on the rating system specified in the same standard. Following the completion of 140 cycles of SAE J2334 testing, combined with periodic SAE J400 stone chipping exposure, no red rust formation was observed on the coated surfaces, indicating excellent corrosion resistance under simulated service conditions.

Sample	Cycles	Pints of Gravel	SAE J400 Rating	Observations
A	0	1	1A-6B	N/A
	20		0A-5B	No change upon removal of 20 cycles
	40		0A-1B	No change upon removal of 40 cycles
	60		0A-0B	No change upon removal of 60 cycles
	80		0A-0B	No change upon removal of 80 cycles
	100		0A-0B-6C	No change upon removal of 100 cycles
	120		0A-0B-6C	No change upon removal of 120 cycles
	140		0A-0B-6C	No change upon removal of 140 cycles
B	0	2	0A-5B	N/A
	20		0A-2B	No change upon removal of 20 cycles
	40		0A-0B	No change upon removal of 40 cycles
	60		0A-0B	No change upon removal of 60 cycles
	80		0A-0B	No change upon removal of 80 cycles
	100		0A-0B-5C	No change upon removal of 100 cycles
	120		0A-0B-5C	No change upon removal of 120 cycles
	140		0A-0B-5C	No change upon removal of 140 cycles

CONCLUSION

This study has demonstrated that the application of Magni 265 zinc flake coating via the rack spin method is an effective solution for mitigating liquid metal embrittlement (LME) in TRIP 800 steel, particularly when used in automotive applications. The experimental results showed that the coated parts successfully passed several tests. The coated parts exhibited 0 (zero) adhesion failure, with no observed loss, indicating strong bonding between the coating and the substrate. Moreover, the specimens showed no signs of white rust after 288 hours and no red rust after 1008 hours, confirming the high corrosion resistance of the coating system. After 140 cycles, combined with periodic stone chipping exposure, the coated surfaces showed no red rust formation, demonstrating excellent corrosion resistance under simulated service conditions. These results indicate that the Magni 265 zinc flake coating not only prevents LME but also maintains high corrosion resistance. This approach offers a viable alternative to traditional zinc coatings, which can compromise the integrity of welded joints. By preserving both the mechanical properties and corrosion resistance of TRIP 800 steel, the Magni 265 coating enhances the durability and reliability of automotive components, contributing to improved vehicle safety and longevity.

REFERENCES

- 1-) Hayat, F. (2010). TRIP çeliklerinin otomotiv endüstrisinde kullanımının incelenmesi [The investigation of the use of TRIP steels in automotive industry]. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25(4), 701-712.
- 2-) Sezgin, C. T., & Hayat, F. (2020). The microstructure and mechanical behavior of TRIP 800 and DP 1000 steels welded by electron beam welding method. Soldagem & Inspeção, 25, e2526. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/0104-9224/SI25.26>
- 3-) Barcellona, A., Cannizzaro, L., & Palmeri, D. (2007). Microstructural characterization of thermo-mechanical treated TRIP steels. Key Engineering Materials, 344, 71–78. Retrieved from <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.344.71>
- 4-) Shi, G., & Westgate, S. A. (2005). Resistance spot welding of TRIP steels (TWI Report). TWI Ltd. Retrieved from <https://www.phase-trans.msm.cam.ac.uk/2005/LINK/89.pdf>
- 5-) Onar, V., & Aslanlar, S. (2017). Welding time effect of welding joints in micro alloyed and TRIP 800 steels in resistance spot welding. Acta Physica Polonica A, 131(3), 389–394. Retrieved from <https://doi.org/10.12693/APhysPolA.131.389>
- 6-) Li, H., Guo, W., Zhang, Y., Zhao, H., & Li, J. (2024). Research on the influence of liquid metal embrittlement cracks on the strength and fatigue life of spot-welded joints of galvanized Q&P980 steel. Metals, 14(6), 624. Retrieved from <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11678460/>
- 7-) Oleksiak, B., Kołtało, K., & Poloczec, R. (2021). Application methods and selected properties of zinc flake coatings. Metalurgija, 60(1-2), 162–164.

- 8-) Michigan Metal Coatings Company. (n.d.). *Zinc flake coatings: How it came about and the direction it is going.* Finishing and Coating. Retrieved April 22, 2025, from <https://finishingandcoating.com/index.php/plating/435-zinc-flake-coatings-how-it-came-about-and-the-direction-it-is-going>
- 9-) Profin Protective Finishing. (n.d.). Zinc flake and dip spin coatings. Profin Group. Retrieved April 22, 2025, from <https://profingroup.co.uk/finishes/zincflake/>
- 10-) KTA. (n.d.). Measuring adhesion by tape test per ASTM D3359: Issues and challenges. Retrieved April 24, 2025, from <https://kta.com/adhesion-astm-d3359/>
- 11-) Cotec Labs. (n.d.). *ISO 9227 corrosion test - salt spray.* Retrieved April 24, 2025, from <https://coteclabs.com/method/iso-9227/>
- 12-) Micom Laboratories. (n.d.). SAE J2334. Retrieved April 24, 2025, from <https://www.micomlab.com/micom-testing/sae-j2334/>

User-Centered Design Considerations for Gear Selector Placement in Early Automotive Design Stages

Atıf PEHLİVAN¹, Mahmut Can ÖRTLEK²

¹E-mail: atif.pehlivan@tofas.com.tr; Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Kalıpcılık Öğretmenliği Bölümü, Ankara / Türkiye.

²E-mail: mahmut.canortlek@tofas.com.tr; Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, İstanbul/ Türkiye.

Özet

Araç geliştirme süreci, araç üreticilerinin pazardaki konumlarını güçlendirmek ve müşteri beklentilerini karşılamak için farklı problemlere çözüm getirdikleri önemli bir adımdır. Bu sürecin en önemli adımlarından birisi de makro düzeyde fizibilite çalışmalarının yapıldığı kavram tasarım (konsept tasarım) aşamasıdır. Araç geliştirme sürecinin erken aşamalarında yapılan önemli konsept çalışmalarından birisi de vitesin ergonomik gereklilikler doğrultusunda yerleşiminin yapılmasıdır. Bu çalışma, stil ekibi tarafından yayınlanan ilk CAS (Computer Aided Style) verisinde stilistik açıdan istenen konumda yer alan vites konumunu ergonomik kısıtlara göre değerlendirilmesini ve entegre edilmesini kapsamaktadır. Araştırmada, antropometrik veriler ve kullanıcı odaklı tasarım kriterleri hesaba katılarak ergonomik açıdan değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca, tasarım mühendisliği ve ergonomi gereksinimlerinin harmonizasyonu ile vitesin araca entegrasyonunda etkin çözümler sunulmuştur. Çalışmanın bulguları, ergonomik standartlara uyum sağlayarak hem üretim hem de kullanıcı memnuniyetine katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Bu kapsamda, kavram tasarım (konsept tasarım) aşamasında ergonomik analizlerin tasarım süreçlerindeki rolü vurgulanmış ve gelecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: İnsan Faktörleri, Vites, Konumlandırma, Kullanıcı Merkezli Tasarım, Ön Tasarım Aşaması

Abstract

The vehicle development process involves finding solutions that will meet customer expectations, and the concept design stage is the key for feasibility studies at the macro level. An important task in the early stages is to position the gear lever according to ergonomic requirements. In this study, we evaluated and integrated the gear position from the initial CAS (Computer Aided Style) data provided by the styling team and made sure that it meets the ergonomic constraints. The research provides effective solutions by harmonizing design engineering with ergonomic needs, aims to increase production and user satisfaction, emphasizes the importance of ergonomic analysis in concept design and provides recommendations for future studies.

Keywords: Human Factors, Gear Selector, Positioning, User-Centered Design, Preliminary Design Phase

INTRODUCTION

1.1 Concept Phase in the Vehicle Development Process

The concept phase constitutes the first step of vehicle development projects. On this phase, a budget and time plan for the launch of the system is created according to customer requests, market trends, legal and technical specifications. In this process, different ideas are produced and evaluated. The ideas can be integration of innovative technologies, new materials and conceptual product structure. These evaluations continue throughout sketches, models and simulations. The concept phase is the most important phase regarding what the goals will be. At this stage, the project is directed as an alignment with other stakeholders. The most important studies at this stage are macro feasibility studies.

With these studies, style convergence is achieved. This work ensures that the work of the style team is transformed into an industrial product with the work of the engineering team. (Brunner, H., Roszbacher, P., & Hirz, M. ,2017)

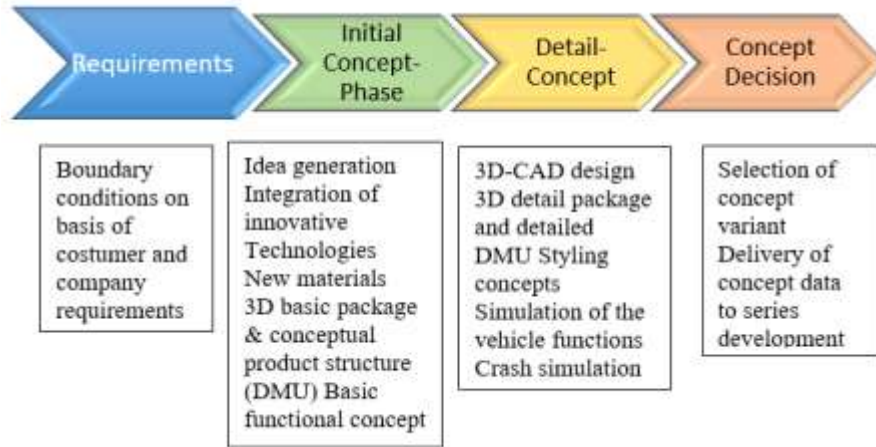


Figure 1. Steps of the early phase of development processes in the automotive industry. (Brunner, H., Roszbacher, P., & Hirz, M. ,2017)

1.2 User-Centered Design Considerations in Automotive Development Process

The field of ergonomics or human factors engineering in the automotive product development involves working with many different vehicle design teams (e.g., management teams, exterior design teams, interior design teams, package engineering teams, instrument panel teams, seat design teams) to assure that all important ergonomic requirements and issues are considered at the earliest time and resolved to accommodate the needs of the users (i.e., the drivers, passengers, personnel involved in assembly, maintenance, service) while using (or working on) the vehicle.(Bhise, V. D. ,2012). In automotive design, ergonomics means design that takes into account the actual physical characteristics of people. This means taking into account people's physical differences, physical movements in the vehicle and ensuring that they sit comfortably and drive to achieve this goal, designers decide where to place the controls and how the interior should be arranged using anthropometric data such as body measurements and access distances. This provides a comfortable experience for users of different sizes and structures. For example, ergonomic standards such as SAE J287 are in the reach area to ensure that vehicle controls are accessible for at least 95% of the target distribution. SAE J287 establishes the method for determination of reach envelopes.

Based on a set of package dimensions, population gender distribution and the type of restraint, this standard offers the method to calculate drivers' reach relative to the SgRP. (Kantowitz, B. H., & Sorkin, R. D. ,1983).

2. Material and Method

2.1 User Centered Consideration in Gear Selector Placement

The placement of the gear selector is not only about comfort, but also very important for the driver's safety and ease of use, especially when considering human-machine interaction. Factors such as the driver's reach and access limits and field of view directly affect the ideal position of the gear knob. Research in this area emphasizes the importance of developing flexible designs that take into account the physical characteristics and driver's usage behaviors.

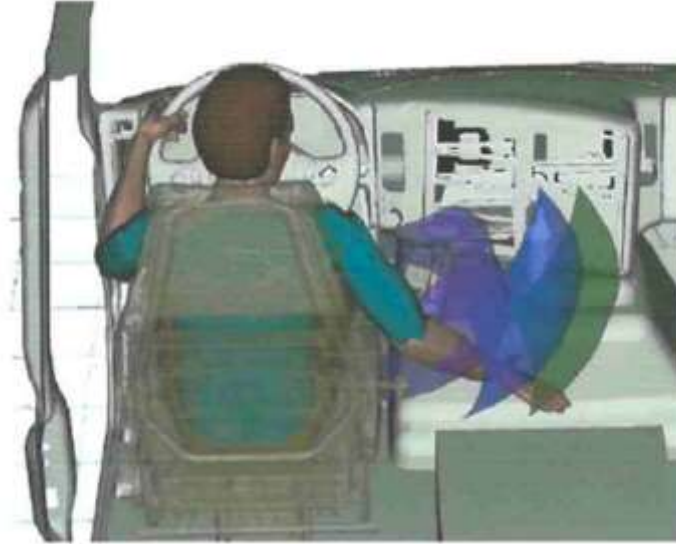


Figure 2 Surfaces showing three levels of accommodation (90%, 60%, and 30%) for a specific force (Parkinson, M., & Reed, M. ,2006)

When designing the layout, the ideal seating position is determined by the selected seating reference point and the seat back angle. This should determine how easily the driver can reach the gear lever. A full hand grip is required to reach the farthest and forward gear positions. The demands placed on manual transmissions are higher than those placed on automatic transmissions. Since manual transmissions are used more frequently during driving, gear changes must be made with low force and high precision, and clear feedback must be given that the gear is engaged. The gear selector should neither obstruct visibility nor access to other controls. Also, clearance to adjacent controls needs to be maintained. Appropriate clearance envelopes can be established based on the specified user population. Drivers wearing work gloves or gloves to protect themselves from cold weather need more operational clearance than those drivers that drive with bare hands. (Clemens, M., & Karl, S. ,2015).

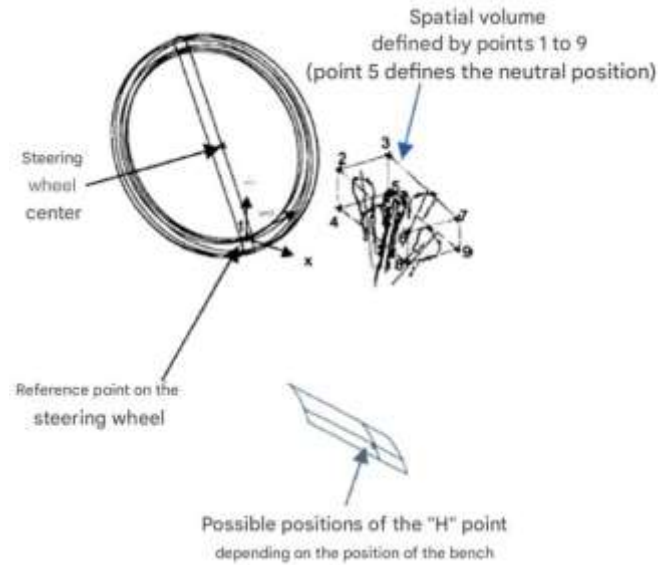


Figure 3 Reference spatial volume for gear lever positioning (Barbosa, G. S. ,2007).

The main functional anthropometric model used to analyze the driver's reachability of a vehicle's controls is specified in SAE J287: Driver Hand Control Reach, which is defined by SAE as a practical recommendation. Reference points and dimensions for vehicle operations are included in SAE's document J1100 Motor Vehicle Dimensions (2005). Consequently, SAE J287 (1998) remains one of the most widely used tools for modeling the driver's reachability of primary controls (such as the control system examined in this study) and less frequently used secondary controls. In this recommendation, access surfaces are positioned relative to the driver's seat reference point (SgRP), which corresponds to point H (SAE J287, 1998).

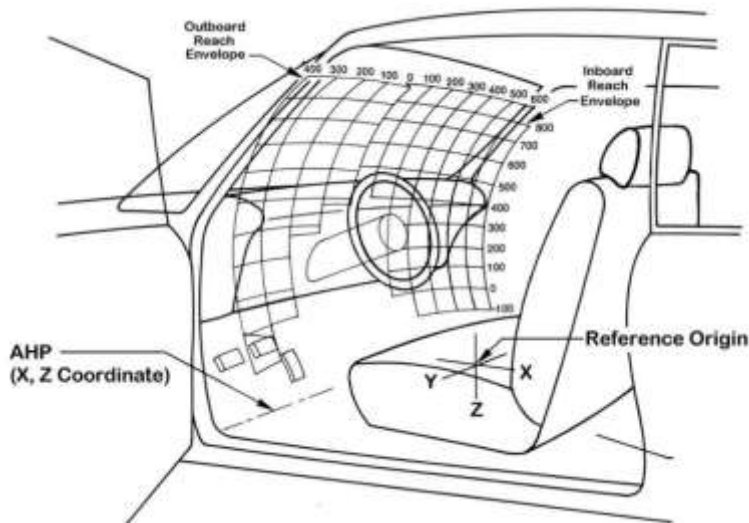


Figure 4 Hand reach envelope and reference planes shown in vehicle workspace (SAE J287, 2016)

The recommendation also includes a 50 mm adjustment factor, which should be subtracted from the maximum reach values for controls that require a full hand grip. This ensures that the center of the control handle is within the driver's reach area (SAE J287, 2016).)

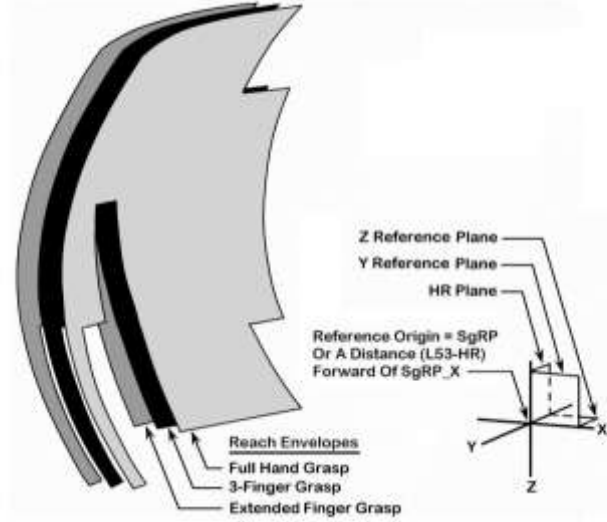


Figure 5 Hand reach envelopes for 3-fingers, extended finger and full hand grasp of a control (SAE J287, 2016)

2.2 Case Study Application on Gear Selector Placement in Findings

Starting from an example vehicle styling section, we examined the processes of placing a gear selector and how it is integrated into the vehicle.

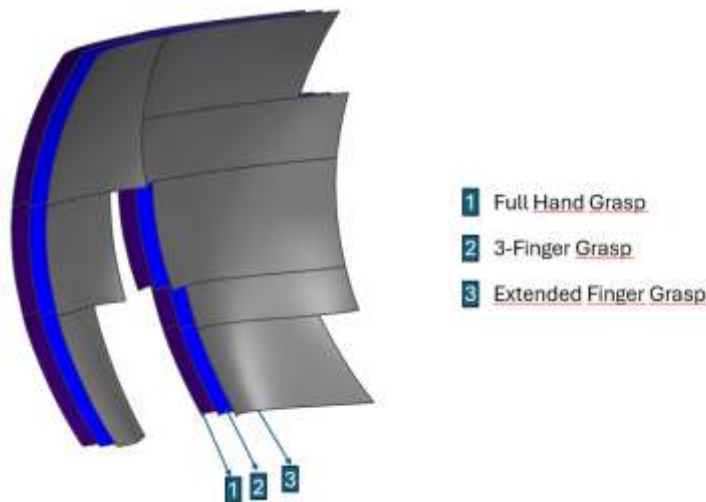


Figure 6 Reach curves created according to SAE norm

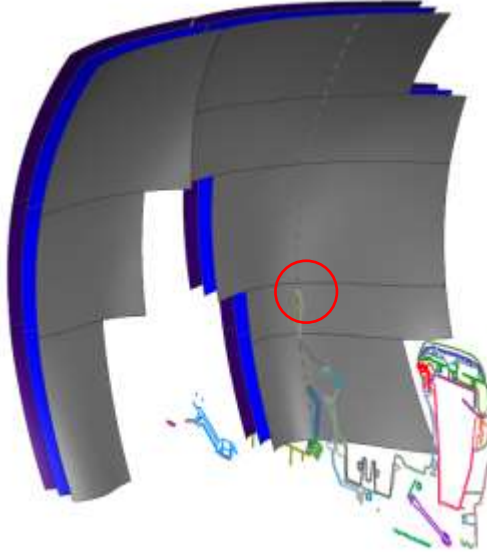


Figure 7 Gear selector in the desired position of the style



Figure 8 Section view of the gear selector with reach curves

As it can be seen in the above images the gear knob in the style CAD data is positioned outside the full hand grasp area. Additionally, the proximity between the gear selector and the dashboard parts makes it difficult to grab the knob comfortably. According to SAE standards, the gear knob must be located within the full hand grasp area.

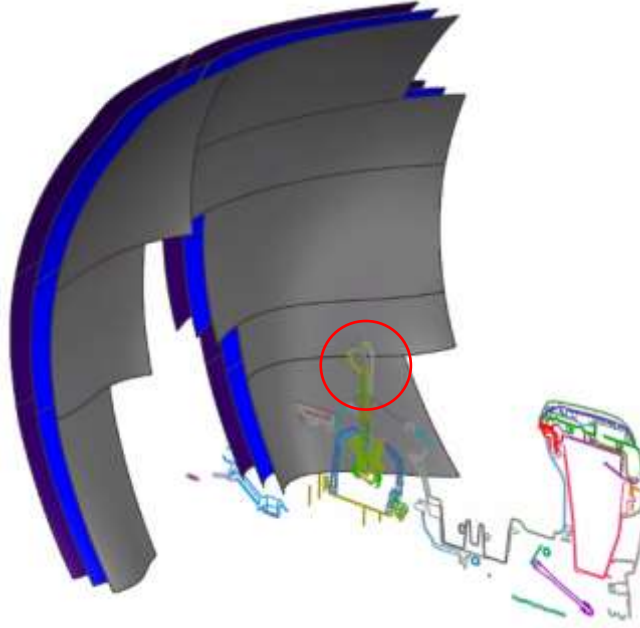


Figure 9 Gear selector in the relocated position according to SAE norm



Figure 10 Section view of the relocated gear selector with reach curves

As shown in the above images, the gear knob was repositioned to remain within the full hand grasp area, and the distance to the dashboard parts was increased. With this design change, ergonomic requirements were successfully met.

3. Conclusion and Discussion

This article examines the effect of ergonomic constraints on gear placement in macro feasibility studies. It examines the evaluation of the gear position according to ergonomic constraints and outlines solution approaches. In this study, it was examined how the gear, one of the vehicle's drivetrains, transformed from its initial position by the styling team to a position that complies with ergonomic constraints. In the macro feasibility studies conducted at the concept stage for gear position, the gear being within the driver's reach, the driver being able to comfortably grab the gear knob, and its distance from the surrounding components were examined, and some changes were made to design and feedback was given to the styling team. Case studies are presented to demonstrate the impact of ergonomic constraints on gear position as a result of macro feasibility analysis. The methodology includes evaluating the most compatible solution approach and developing a technical feedback section to suggest style modifications. This study aims to outline a general framework for analyzing the impact of ergonomic constraints on gear placement while providing guidance for future design applications by providing a comprehensive approach to gear placement and solution strategies at the macro feasibility phase.

REFERENCES

- 1-) Barbosa, G. S. (2007). *Analysis of manual control system of vehicle transmission gearbox – an ergonomic approach* (Master's thesis). Polytechnic School, University of São Paulo, São Paulo, Brazil.
- 2-) Bhise, V. D. (2012). *Ergonomics in the automotive design process*. CRC Press/Taylor & Francis Group.
- 3-) Brunner, H., Rossbacher, P., & Hirz, M. (2017, April). Sustainable product development: Provision of information in early automotive engineering phases. In *MOTSP 2017 - International Conference Management of Technology – Step to Sustainable Production*, Dubrovnik, Croatia.
- 4-) Clemens, M., & Karl, S. (2015). Ergonomics for passenger cars. *Encyclopedia of Automotive Engineering* (1st ed., p. 39).
- 5-) Kantowitz, B. H., & Sorkin, R. D. (1983). *Human factors: Understanding people-system relationships*. Wiley.
- 6-) Parkinson, M., & Reed, M. (2006, April 3–6). Optimizing vehicle occupant packaging. *SAE Technical Paper 2006-01-0961*. 2006 SAE World Congress, Detroit, Michigan. <https://doi.org/10.4271/2006-01-0961>
- 7-) SAE International. (2016). *SAE J287: Driver hand control reach (J287™_201603)*. Warrendale, PA: SAE International.

A multiple scales method for solving nonlinear (nKdV) equation

Murat KOPARAN¹

¹mkoparan@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 görevi görmüştür. Doğrusal olmayan evrim denklemlerinin kökeni çok eski zamanlara dayanmakla birlikte 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 evrim denklemlerinin uygulamalı matematikte giderek daha önemli hale geldiğini göstermektedir. Bu çalışma doğrusal olmayan oluşum denklemleri için pertürbasyon yöntemi (NLEE) olarak bilinen çoklu ölçek yöntemi ile ilgilidir. Bu yöntem, zaman ve uzay değişkenlerinde yavaş değişkenler olarak tanımlanan ve bir parametreye bağlı çoklu ölçekleri kullanarak doğrusal kısmın çözümüne bağlı olarak verilen doğrusal olmayan denklemin çözümünü bulmamızı sağlar. İlk olarak, Zakharov ve Kuznetsov, bu yöntem kullanılarak integrallenebilir sistemlerin diğer integrallenebilir sistemlere indirgenebileceğini gösterdi. Bu raporda, çok ölçekli açılım metodu (1+1) boyutlu dokuzuncu dereceden Korteweg-de Vries (nKdV) denkleminin analizi için uygulandı ve doğrusal olmayan bir Schrödinger (NLS) tipi denklem türettik.

Anahtar Kelimeler: Pertürbasyon, Çok Ölçekli Açılım Metodu, Lineer Olmayan Schrödinger (NLS) Denklemleri, Dokuzuncu Mertebeden Korteweg-de Vries Denklemleri (nKdV).

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 method, known as the perturbation method for nonlinear equations

of evolution (NLEE). 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. In this report, the multiple scales method was applied for the analysis of the (1+1)-dimensional ninth-order Korteweg-de Vries (nKdV) equation, and we derived a nonlinear Schrödinger (NLS) type equation.

Keywords: Perturbation, The multiple scales method, Nonlinear Schrödinger (NLS) equation, ninth-order Korteweg-de Vries equation (nKdV).

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 [1, 4]. Nonlinear phenomena play a crucial role in applied mathematics and physics [5, 9].

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 [10-15]. In [10] Zakharov and Kuznetsov 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 [3], 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 ξ and multiple time variable τ 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 ε in Eq. (1). And we substitute these terms with (7) and (8) in the Eq. (1). Collecting all terms with the same order of ε together, the left-hand side of Eq. (1) is converted into a polynomial in ε . 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 ninth-order Korteweg-de Vries (nKdV) equation in the form [8],

$$\begin{aligned}
 u_t &= -45u_x u_{xxxxxx} - 45uu_{xxxxxx} - 210u_{xxx} u_{xxx} - 210u_{xx} u_{xxxxx} \\
 &- 1575u_x u_{xx}^2 - 3150uu_{xx} u_{xxx} - 1260uu_x u_{xxxx} - 630u^2 u_{xxxxx} \\
 &- 9450u^2 u_x u_{xx} - 3150u^3 u_{xxx} - 4725u^4 u_x - u_{xxxxxxxxx} = 0
 \end{aligned} \quad (9)$$

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 KdV9 Equation (9). To find the dispersion relation for (9), we consider the linear part of (9) in the form

$$u_t = u_{xxxxxxxxx} \quad (10)$$

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

$$we^{i(kx-wt)} = k^9 e^{i(kx-wt)} \quad (12)$$

and from this, we reach the

$$w(k) = k^9 \quad (13)$$

dispersion relation. Thus, the solution of linear differential equation (10) is as follows:

$$u(x, t) = e^{i(kx - k^9 t)} \quad (14)$$

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

$$\begin{aligned}
 \xi &= \varepsilon \left(x - \frac{dw(k)}{dk} t \right) \\
 &= \varepsilon (x - 9k^8 t) \\
 \tau &= -\frac{1}{2} \varepsilon^2 \left(\frac{d^2 w(k)}{dk^2} t \right) \\
 &= -36 \varepsilon^2 k^7 t
 \end{aligned} \quad (16)$$

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 ε in Eq. (9). We replace these terms with (14) and (15) in the Eq. (9). By adding together all terms with the same ε -order, the left-hand side of Eq. (9) is turned into a polynomial in ε . 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:

$$i \partial_t u - u_{xxxxxx} = 0 \quad (17)$$

$$\begin{aligned}
 &9k^8 u_1 + u_{2t} - 45u_{1x} u_{1xxxxx} - 45u_1 u_{1xxxxx} - 210u_{1xxx} u_{1xxxx} \\
 &- 210u_{1xx} u_{1xxxxx} - u_{2xxxxxx} - 9u_{1xxxxxx} = 0
 \end{aligned} \quad (18)$$

where $f_2(\xi, \tau)$ and $f_3(\xi, \tau)$ are integration constants. Then we get

$$v_3(\xi, \tau) = \frac{3v_1^3(\xi, \tau)}{4k^4}, \quad v_{-3}(\xi, \tau) = \frac{3v_{-1}^3(\xi, \tau)}{4k^4} \quad (24)$$

and

$$\begin{aligned} f_1 &= \frac{15v_1v_{-1}}{k^2} \\ f_2 &= \frac{2iv_{-1}v_{-1}\tau}{k^3} \\ f_3 &= \frac{2iv_1v_1\tau}{k^3} \end{aligned} \quad (25)$$

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

$$\begin{aligned} u_1 &= v_1 e^{i\theta} - v_{-1} e^{-i\theta} \\ u_2 &= k^2 \left(15v_1 e^{i\theta} - v_{-1} e^{-i\theta} \right) v_1^2 e^{2i\theta} - v_{-1}^2 e^{-2i\theta} \\ u_3 &= k^2 \left(2iv_{-1} e^{i\theta} - 2iv_1 e^{-i\theta} \right) v_1 e^{i\theta} - v_{-1} e^{-i\theta} \\ &\quad - \frac{3}{4} k^4 v_1^3 e^{3i\theta} - v_{-1}^3 e^{-3i\theta} \end{aligned} \quad (26)$$

where

$$\theta = (kx - k^3 t) \quad (27)$$

Finally, substituting the solutions (26) into (19), we get

$$\begin{aligned} iv_{1\tau} &= v_{1\xi\xi} - \frac{2}{k^2} v_1 v_{-1} \\ iv_{1\tau} &= v_{1\xi\xi} - \frac{2}{k^2} v_1 |v_1|^2 \end{aligned} \quad (28)$$

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

$$iq_\tau = q_{\xi\xi} - 2q|q|^2 \quad (30)$$

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 nKdV-type 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

- [1] Debnath L. (1997). Nonlinear Partial Differential Equations for Scientists and Engineers. Boston: Birkhauser.
- [2] Wazwaz A. M. (2002). Partial Differential Equations: Methods and Applications. Rotterdam: Balkema.
- [3] Wazwaz, A. M. (2008). The kdv equation. Handbook of Differential Equations: Evolutionary Equations, 4, 485-568.
- [4] Wazwaz A. M. (2009). Partial Differential Equations and Solitary Waves Theory. Springer, Berlin Heidelberg.
- [5] Groves M. D. (2004). Study of Water Waves, J. Nonlinear Math. Phys. Vol. 11, 435–460.
- [6] Ablowitz M.J. (2011). Nonlinear Dispersive Waves: Asymptotic Analysis and solitons, Cambridge University Press, New York.

- [7] Bruckner M.C. Düll W.P. and G. Schneider. (2014) Validity of The KdV Equation for The Modulation of Periodic Traveling Waves in The NLS Equation, J. Math. Anal. Appl. Vol. 414: 166–175.
- [8] Hong Y. Kwak C. and C. Yang (2022). Strichartz estimates for higher-order Schrödinger equations and their applications. J. Differential Equations, 324:41–75.
- [9] Saleem, S., Hussain, M. Z., & Aziz, I. (2022). An approximation of one-dimensional nonlinear Kortweg de Vries equation of order nine. Plos one, 17(1), e0262157.
- [10] Zakharov V, Kuznetsov E.A. (1986). Multiscale expansions in the theory of systems integrable by the inverse scattering transform. Physica D 18, 455-63.
- [11] 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.
- [12] Degasperis A, Manakov SV, Santini PM. (1997). Multiple-scale perturbation beyond nonlinear Schrödinger equation I. Physica D 100, 187-211.
- [13] Osborne AR, Boffetta G. (1989). The shallow water NLS equation in Lagrangian coordinates. Phys Fluid A 1, 1200-1210.
- [14] 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.
- [15] Bruzón Gallego, M. D. L. S., Márquez Lozano, A. D. P., Garrido Letrán, T. M., Recio Rodríguez, E., & Rosa Silva, R. D. L. (2019). Conservation laws for a generalized seventh order KdV equation.

Comparative Review of Lower Legform Impactors for Pedestrian Safety

Müzeyyen Nur KAPLAN¹

muzeyyen.nurkaplan@tofas.com.tr ;TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası, Bursa / Türkiye.

Abstract

This study presents a literature-based engineering review focused on the evolution and comparison of pedestrian legform impactors used in vehicle safety assessments. In 2022, the advanced Pedestrian Legform Impactor (aPLI) was adopted by Euro NCAP as the standard tool for evaluating lower limb injury risk in pedestrian collisions. This marked a shift from previous dummy types such as the flexPLI and TRL legforms.

Although aPLI is currently used in consumer safety rating programs, homologation procedures defined under UN Regulation No. 127 and GTR No. 9 still require the use of flexPLI for legal compliance. This paper compares these three legform designs (aPLI, flexPLI, TRL) in terms of biomechanical representation, injury measurement capabilities, and alignment with testing protocols. Findings are synthesized from technical literature, international standards, and regulatory documents to provide a clear engineering overview. Special attention is given to anatomical fidelity, ligament modeling, and the future direction of legform standardization.

This review is primarily focused on the European context, where the implementation of legform impactors in both consumer testing (Euro NCAP) and homologation regulations (UN-R127 and GTR No. 9) is the most mature and standardized. The comparisons presented in this study are therefore framed within the scope of European protocols.

Keywords: aPLI, Euro NCAP, Legform Impactor, Pedestrian Safety, Regulatory Compliance

1. INTRODUCTION

Pedestrian safety has become an increasingly critical aspect of vehicle design, driven by growing awareness of traffic-related injuries and evolving regulatory frameworks worldwide. Among various crash scenarios, vehicle-to-pedestrian impacts represent a significant proportion of severe injuries and fatalities, particularly in urban environments. In response, consumer safety organizations such as Euro NCAP and regulatory bodies like the United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) have progressively tightened pedestrian protection requirements. Lower limb injuries, including fractures and ligament damage, are among the most common outcomes of such collisions, highlighting the necessity of reliable assessment tools to evaluate vehicle performance in pedestrian impacts.

With the introduction of structured pedestrian testing protocols in the early 2000s (such as the Euro NCAP Pedestrian Protection Protocol introduced in 2004), legform impactors were developed as specialized devices to simulate the biomechanical response of a human leg during a collision. Early

devices such as the TRL legform provided initial capabilities for measuring key parameters such as knee bending angle, tibia acceleration, and knee shear displacement during impact. However, these devices exhibited limited anatomical fidelity, lacking realistic ligament structures and detailed biomechanical responses. Subsequent advancements led to the development of the flexPLI, offering improved flexibility and more biofidelic behavior through enhanced joint and ligament modeling. Most recently, the advanced Pedestrian Legform Impactor (aPLI) has been introduced, providing greater anatomical accuracy, enhanced ligament representation, and improved injury prediction capabilities. Since 2022, the advanced Pedestrian Legform Impactor (aPLI) has been adopted by the European New Car Assessment Programme (Euro NCAP), an independent organization that provides consumer information on vehicle safety, as the standard tool for evaluating pedestrian lower limb injury risk (Euro NCAP, 2022). This adoption reflects a significant evolution in impactor technology and testing methodologies aimed at improving real-world pedestrian protection.

Although upper legform impact testing remains a requirement under homologation regulations such as UN Regulation No. 127, this study primarily focuses on lower legform impactors. References to upper leg assessment are included only to provide context regarding the integration achieved with the introduction of the aPLI.

Despite these advancements, challenges remain in harmonizing consumer safety assessment protocols with legal homologation requirements. While aPLI is mandated in Euro NCAP ratings, homologation standards defined by UN Regulation No. 127 and Global Technical Regulation No. 9 have largely transitioned from using the TRL legform to the flexPLI for lower legform assessments as part of an effort to improve biofidelity and measurement consistency.

The primary aim of this study is to provide an engineering-focused comparative review of the aPLI, flexPLI, and TRL lower legform impactors. Through a detailed synthesis of technical literature, regulatory documents, and crash research publications, the study evaluates the biomechanical representation, injury measurement capabilities, and testing protocol alignment of each device. The analysis is framed within the European context, where both consumer testing and homologation processes are the most mature. This review seeks to offer safety engineers, regulatory experts, and vehicle developers a consolidated overview to inform impactor selection, testing strategies, and future improvements in pedestrian safety assessment methodologies.

This literature-based study reviews pedestrian lower legform impactors through a structured comparative analysis focusing on testing protocols, dummy specifications, and regulatory alignment. No original simulations or physical tests were conducted; instead, publicly available regulatory documents, Euro NCAP protocols and peer-reviewed papers were analyzed.

2. TESTING FRAMEWORK

2.1. Euro NCAP Testing Framework

Euro NCAP (European New Car Assessment Programme) is an independent vehicle safety assessment organization established in 1997. It provides consumers with information on the safety performance of vehicles sold in Europe. Euro NCAP conducts various crash and safety tests, including pedestrian protection evaluations, and publishes rating results that influence both public perception and manufacturer priorities. Its pedestrian testing protocols are widely referenced in Europe and have influenced safety evaluation practices internationally, though their application varies by region and regulatory framework (Euro NCAP, 2022).



Figure 1.1 Euro NCAP Ranking Categories



Figure 1.2 Euro NCAP Vulnerable Road User Tests

Euro NCAP evaluates pedestrian protection using three key body zones: head, leg (formerly upper and lower leg), and pelvis. Before 2022, Euro NCAP used separate impactors for upper and lower leg assessments. In previous Euro NCAP protocols, the upper legform impactor was used to assess femur injury risk from impacts at the bonnet leading edge, simulating contact with the pedestrian's thigh, Although the TRL and flexPLI devices include a femur section and can record femur-related loads, they

do not incorporate upper body or pelvic mass. To partially compensate for this limitation, a modified dummy configuration known as flexPLI-UBM (Upper Body Mass) was developed, which includes an additional mass element representing the pelvis and torso. This configuration was evaluated in comparative studies to improve the realism of femur loading in flexPLI-based tests. This limitation has been discussed in matched-pair vehicle test studies comparing these earlier legform designs with the more biofidelic aPLI (Comparison of the aPLI, FlexPLI with Upper Body Mass, and FlexPLI Pedestrian Legforms in Matched-Pair Vehicle Tests, 2022).

With the introduction of the advanced Pedestrian Legform Impactor (aPLI) in 2022, Euro NCAP consolidated the upper and lower leg tests into a single impact using the aPLI dummy. The aPLI is launched at a velocity of 40 km/h toward specific zones on the vehicle front, maintaining the same test speed used in previous protocols. The dummy includes biofidelic femur, knee, and tibia structures and is equipped with sensors that record tibia bending moments (Nm), femur bending moments, and knee ligament elongation (mm). These metrics are crucial for accurately assessing injury risks in both the upper and lower leg regions, aligning with Euro NCAP's current evaluation criteria (Stammen & Suntay, 2020; Euro NCAP, 2022).

Although the structure of leg testing changed, the evaluation of the femur region is still conducted, now as part of the integrated aPLI assessment. In parallel, Euro NCAP also conducts a separate pelvis impact test. This test evaluates the risk of pelvic injuries caused by contact with the hood edge or bumper corners, ensuring that impacts to the entire lower body are comprehensively captured. The terminology shift from "upper leg" to "pelvis" in Euro NCAP's scoring system after 2022 (Euro NCAP, 2022).

2.2 Homologation Testing – UN Regulation No. 127 and GTR No. 9

Homologation testing refers to the regulatory process through which a vehicle is certified as compliant with the legal requirements of a given market. These tests are mandated by governmental or international regulatory bodies, most notably the United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) and are a prerequisite for legal sale and registration of vehicles in many regions. For pedestrian protection, the UN Regulation No. 127 and Global Technical Regulation (GTR) No. 9 outline the test procedures and technical requirements. Unlike consumer safety ratings such as those provided by Euro NCAP, homologation tests serve a legal function and are typically carried out by approved technical services or accredited laboratories. The results of these tests determine whether a vehicle can receive type approval, which is essential for market entry. As such, homologation testing is a core component of vehicle development, ensuring that safety standards are consistently met across different regulatory jurisdictions.

While Euro NCAP employs the aPLI in a consolidated test format, homologation testing under UN Regulation No. 127 and GTR No. 9 continues to use a segmented approach. While the TRL dummy has historically been used in homologation testing, the flexPLI is increasingly referenced as a biofidelic enhancement in both GTR No. 9 Annex 5 and UN Regulation No. 127. Although not mandated in all regions, flexPLI adoption is progressing, particularly in countries aligning their regulatory practices with evolving global safety trends. (UN Regulation No. 127; GTR No. 9, Revision 2, Annex 5).

In addition to flexPLI for lower leg injury assessment, homologation tests include a separate upper legform impactor test that targets the leading edge of the bonnet and evaluates femur loads and contact forces. This upper legform is not anatomically continuous with the flexPLI, and unlike Euro NCAP's consolidated aPLI test, the upper and lower assessments are performed independently. Pelvis testing is not a standard requirement in homologation protocols.

3. TECHNICAL OVERVIEW OF LEGFORM IMPACTORS

3.1 TRL Legform

One of the earliest pedestrian impactors, the TRL dummy consists of rigid components and lacks ligament modeling. It primarily measures knee shear displacement, tibia acceleration, and bending angle. Its anatomical fidelity is limited, and it does not incorporate realistic soft tissue or joint behavior. The TRL legform was previously used in both Euro NCAP and homologation testing but has since been replaced by more biofidelic devices such as the flexPLI and aPLI.

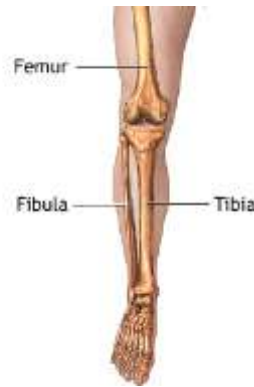


Figure 3.1 Bones in the human leg



Figure 3.2 TRL legform

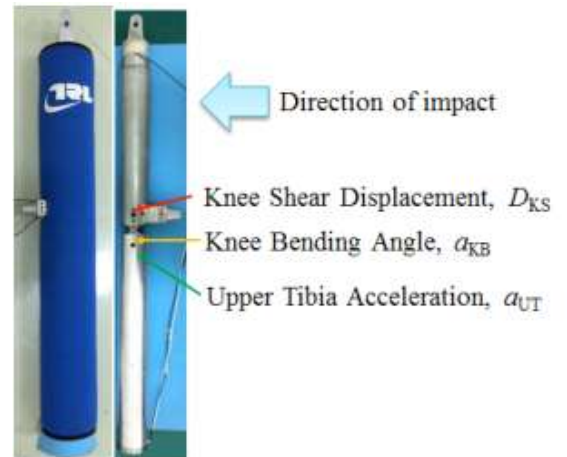


Figure 3.3 TRL legform and data obtained from TRL Legform [2]

3.2 flexPLI

Introduced to enhance biofidelity, the flexPLI includes flexible femur and tibia sections connected by a hinge-based knee joint with **modeled ligament structures** that simulate anterior cruciate ligament (ACL), medial collateral ligament (MCL), and posterior cruciate ligament (PCL) elongation behavior.

Compared to the rigid TRL dummy, the flexPLI introduces segmented flexibility, joint mechanics, and enhanced instrumentation. It measures tibia and femur bending moments (Nm) as well as ligament elongation (mm), enabling a more detailed assessment of knee and lower limb injury risk. but the absence of an upper body mass limits its ability to replicate realistic femur loading during upper leg impacts. Despite these limitations, flexPLI has been widely adopted in regulatory testing due to its superior anatomical representation and improved injury metric resolution.

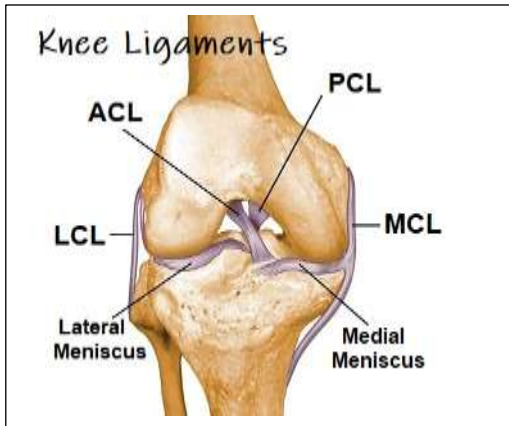


Figure 3.4 Knee ligaments in the human knee

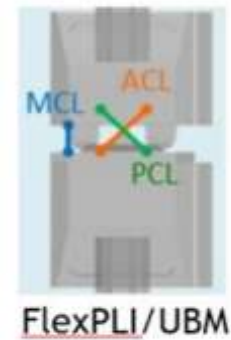


Figure 3.5 Knee ligaments representation in FlexPlı legform

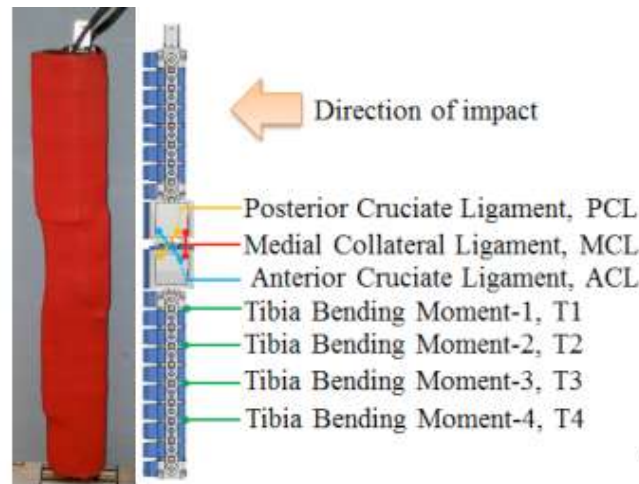


Figure 3.6 FlexPlı legform and data obtained from FlexPlı legform[2]

FlexPLI-UBM (Upper Body Mass) a research-oriented modification of the flexPLI, flexPLI-UBM incorporates an upper body mass representing the torso and pelvis. This enhancement improves biofidelity in simulating femur loading conditions and is primarily used in comparative test studies such

as matched-pair evaluations. While not part of current homologation or consumer testing protocols, it offers valuable biomechanical insights for evaluating advanced legform design and injury prediction (Stammen & Suntay, 2020; SAE Government/Industry Meeting). The flexPLI alone has a total mass of approximately 13 kg, whereas the flexPLI-UBM configuration adds a bolt-on upper body part weighing 7 kg, resulting in a combined total of 20 kg.



Figure 3.7 Bolt-on upper body part (7 kg) in FlexPLI-UBM

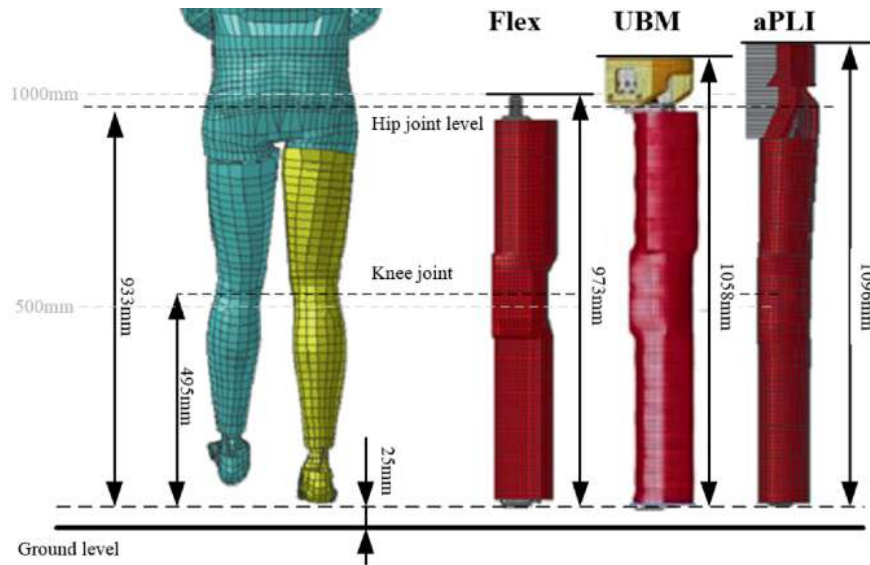


Figure 3.8 Comparison between FlexPLI, FlexPLI-UBM and Apli (Singh et al., 2021)

3.3 aPLI

The aPLI is the most advanced legform impactor currently in use. It integrates the femur, knee, and tibia into a single continuous structure and includes detailed anatomical features, including ideally modeled ACL, PCL, and MCL ligaments. In contrast to the flexPLI and its UBM modification, the aPLI incorporates an integrated pelvic mass and hip rotation capability, which enables the upper leg and pelvis to rotate more naturally during impact, contributing to a more accurate simulation of femur and pelvic kinematics in pedestrian collisions. It records tibia and femur bending moments, ligament elongation, and shear displacement. While both flexPLI and aPLI incorporate modeled ACL, PCL, and MCL ligaments, the aPLI offers enhanced mechanical fidelity and pelvic integration, enabling more realistic simulation of ligament deformation under full limb loading conditions (Singh et al., 2021). It is currently used in Euro NCAP and represents a shift toward biofidelic, consolidated legform testing.

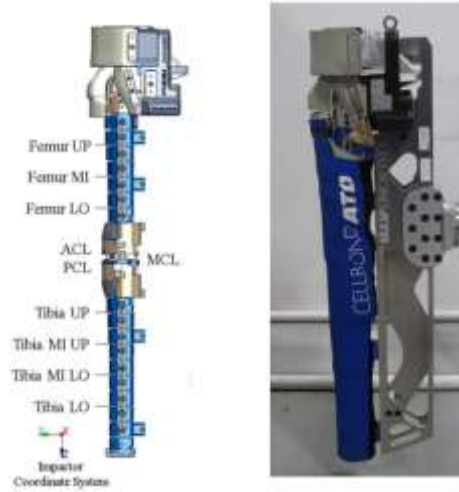


Figure 3.9 aPLI Legform

4. CONCLUSION

This literature-based review has examined the evolution of pedestrian lower legform impactors through technical and regulatory lens. Key differences among the TRL, flexPLI, flexPLI-UBM, and aPLI devices have been analyzed with regard to anatomical fidelity, injury measurement capabilities, and test integration strategies. The development trajectory of these devices reflects a growing emphasis on biomechanical realism and harmonization across consumer safety programs and homologation standards.

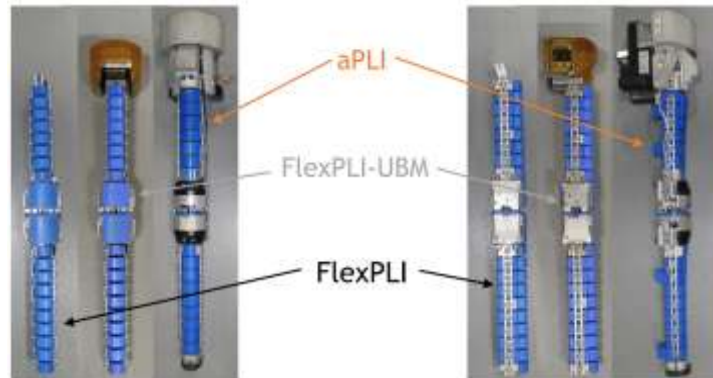


Figure 4.1 Comparison between aPLI, flexPLI and flexPLI-UBM

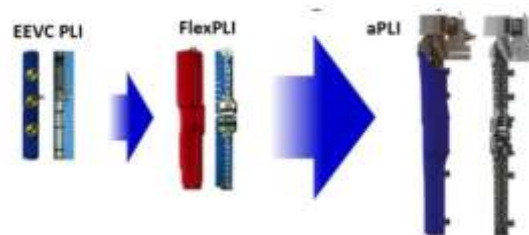


Figure 4.2 Lower Legforms

To consolidate the findings presented throughout this review, a comparative summary is provided below. The table highlights key technical and regulatory distinctions among the TRL, flexPLI, flexPLI-UBM, and aPLI legform impactors. The comparison considers anatomical fidelity, measurement capabilities, regulatory adoption, and physical characteristics. This comparative summary outlines the developmental progression and key characteristics of widely used pedestrian legform impactors, offering a structured view of their technical specifications and regulatory applications.

	TRL	flexPLI	FlexPLI-UBM	aPLI
Regulatory Usage	Former Euro NCAP & Homologation	Current Homologation (UN R127, GTR No. 9)	Research Only	Current Euro NCAP
Biofidelity Level	Low	Medium	Medium-High	High
Ligament Modeling	No	ACL, PCL, MCL	ACL, PCL, MCL	ACL, PCL, MCL
Measured Injury Criteria	Tibia Acceleration, Knee Shear, Bending Angle	Tibia & Femur Bending, Ligament Elongation	Tibia & Femur Bending, Ligament Elongation	Tibia & Femur Bending, Ligament Elongation
Total Mass (kg)	24	13	20	25
Upper Body Integration	No	No	Yes (7 kg added mass)	Yes (Integrated)
Hip Rotation Capability	No	No	No	Yes

Table 4.1 Comparison of Pedestrian Legform Impactors

While physical legform dummies such as TRL, flexPLI, and aPLI have significantly contributed to pedestrian safety evaluations, they possess inherent limitations in replicating complex human biomechanics, particularly during post-impact motion and rebound phases. In response to these limitations, Human Body Models (HBMs) have emerged as powerful tools in advanced pedestrian impact analysis. Unlike physical surrogates, HBMs allow for comprehensive full-body simulation, accounting for complex interactions between body segments, muscle response, soft tissue deformation, and joint articulation during real-world collisions.

One of the most widely recognized HBMs is the THUMS (Total Human Model for Safety), developed by Toyota and available in various anthropometries including 50th percentile male, 5th percentile female, and 6-year-old child models. This variety enables researchers to investigate injury mechanisms across different

populations, addressing long-standing gender and age bias in crash safety assessments (Lee et al., 2020). By simulating internal responses such as organ stress, ligament strain, and skeletal fractures, HBMs provide insight into injuries that are not easily measurable with external instrumentation alone.

Moreover, HBMs can be used to evaluate vehicle design changes in early development stages without the need for physical prototyping, thereby reducing costs and accelerating the design cycle. In the pedestrian safety context, THUMS-based studies have demonstrated improved correlation with real-world injury outcomes, especially in assessing femur loads, hip rotation, and rebound behavior, which are typically underrepresented in conventional dummy data.

Although HBMs are not yet standardized in regulatory protocols due to challenges in validation, repeatability, and computational demands, their growing accuracy and versatility point toward their increasing role in future safety testing and the potential convergence of virtual and physical testing paradigms.

Recent research has increasingly focused on the limitations of traditional legform impactors in replicating complex pedestrian kinematics, particularly during the rebound phase of an impact. Advanced Human Body Models (HBMs), such as the THUMS (Total Human Model for Safety), offer significantly enhanced anatomical accuracy and enable full-body simulations of pedestrian collisions. These models incorporate detailed representations of bones, ligaments, muscles, and soft tissue dynamics, providing a more realistic reproduction of human motion and injury mechanisms across various impact configurations.

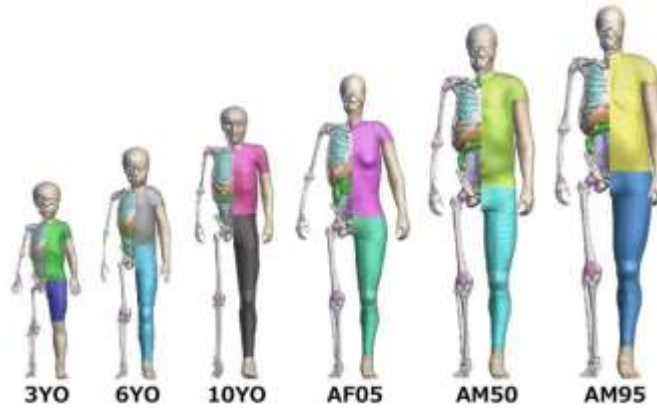


Figure 4.3 Advanced Human Body Models (HBMs)

REFERENCES

1. **Euro NCAP.** (2022). *Euro NCAP pedestrian protection protocol v10.0.1*. Retrieved May 2025 from <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/vulnerable-road-user-vru-protection/>
2. **SafetyWissen.** (2025). *Safety companion: Passive safety overview and crash protocols*. Internal reference document. Retrieved from Tofaş Engineering Archive, May 2025.
3. **Singh, G., Gupta, S., Jain, A., Kumar, R., & Prasad, R.** (2021). Comparison of the aPLI, FlexPLI with upper body mass, and FlexPLI pedestrian legforms in matched-pair vehicle tests. In M. L. Mathew (Ed.), *Advances in engineering design* (pp. 893–902). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2090-4_95
4. **Stammen, J., & Suntay, B.** (2020, January). *Comparison of the aPLI, FlexPLI with upper body mass, and FlexPLI pedestrian legforms in matched-pair vehicle tests*. SAE Government/Industry Meeting. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) & Transportation Research Center Inc.
5. **United Nations Economic Commission for Europe.** (2023). *UN Regulation No. 127: Pedestrian safety*. Retrieved from <https://unece.org/transport/standards/un-regulations>
6. **United Nations Economic Commission for Europe.** (2021). *Global Technical Regulation No. 9 on pedestrian safety (Revision 2)*. Retrieved from <https://unece.org/transport/standards/global-technical-regulations>
7. **Stammen, J., & Langwieder, K.** (2020, June). *Advanced pedestrian legform impactor (aPLI) – LS-DYNA model overview*. 16th International LS-DYNA Conference, Detroit, MI.
8. **Takahashi, Y., Asaoka, M., & Kikuchi, Y.** (2019). *Comparative biofidelity evaluation of the FlexPLI-UBM and the aPLI using CORA analysis*. Proceedings of the IRCOBI Conference, Florence, Italy
9. **Schmid, M., & Schindler, V.** (2016). *Development and evaluation of the advanced pedestrian legform impactor (aPLI)*. Proceedings of the IRCOBI Conference, Málaga, Spain.
10. Lee, S., Yang, J., & Untaroiu, C. D. (2020). *Evaluation of biofidelity of THUMS pedestrian model under whole-body impact conditions with a generic sedan buck*. Journal of Biomechanics, 109828. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.109828>
11. Fang, H., Zhang, J., Chen, X., & Yang, J. (2021). *Biofidelity Improvement of Advanced Pedestrian Legform Impactor in Rebound Phase*. SAE Technical Paper 2021-01-0926. <https://doi.org/10.4271/2021-01-0926>

Structural Classification of Vehicle Behavior in IIHS Small Overlap Crashes

Müzeyyen Nur KAPLAN¹, Fırat ARAS²

¹ muzeyyen.nurkaplan@tofas.com.tr; TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası, Bursa / Türkiye.

² fiat.aras@tofas.com.tr; TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası, Bursa / Türkiye.

Abstract

The IIHS Small Overlap Frontal Crash Test is designed to simulate a collision where only 25% of a vehicle's front end strikes a rigid barrier, bypassing the main frame rails and directly challenging the vehicle's structural integrity. This type of crash is known to cause serious intrusion into the passenger compartment if not properly managed. In response, manufacturers have developed different structural strategies to manage crash energy and decrease intrusion into the passenger area.

This paper introduces a structural classification into three key strategies: redirection, energy absorption, and hybrid. The hybrid approach refers to vehicle designs that incorporate both redirection and energy absorption behaviors. Drawing from literature and crash test reviews, the study examines how these strategies influence vehicle motion, structural performance, and occupant protection while also illustrating their application across various vehicle architectures.

Keywords: IIHS Smalloverlap, structural behavior, occupant protection, crashworthiness

INTRODUCTION

Motor vehicle crashes remain a leading cause of death and serious injury worldwide, with more than 1.35 million fatalities annually according to WHO estimates (Jakobsson et al., 2013). Despite advances in occupant protection technologies and vehicle structural design, certain collision scenarios continue to pose significant risks-particularly those that bypass conventional load paths.

Frontal crashes, while the most studied and regulated, remain the most fatal type of accident. Within this category, small overlap frontal crashes have emerged as especially critical. These events where only the outer edge of the vehicle contacts the crash barrier or object tend to avoid major structural members and instead challenge the integrity of peripheral components such as the A-pillar, suspension mounts, and rocker panels. Studies from Germany (Kuehn et al., 2013) and the United States (Sherwood et al., 2009; Mueller et al., 2016) have shown that small overlap crashes account for approximately 20-25% of real-world frontal crashes with severe injuries or fatalities.

The Insurance Institute for Highway Safety (IIHS), an independent, nonprofit organization focused on reducing roadway deaths primarily in the United States, particularly for vehicles designed for the NAFTA region, introduced the Small Overlap Frontal Crash Test in 2012 to replicate such conditions. The test involves 25% frontal overlap with a rigid barrier at 64 km/h, deliberately avoiding the primary longitudinal rails and assessing how well the rest of the vehicle can manage energy and protect the occupants. This

evaluation is conducted for both the driver and passenger sides. For the driver side, a 50th percentile Hybrid III dummy is used, and since 2017, passenger-side tests have also been incorporated using the same dummy configuration on both sides. Unlike traditional full-width or overlap tests, this configuration emphasizes peripheral structural engagement and restraint system coordination.

moderate

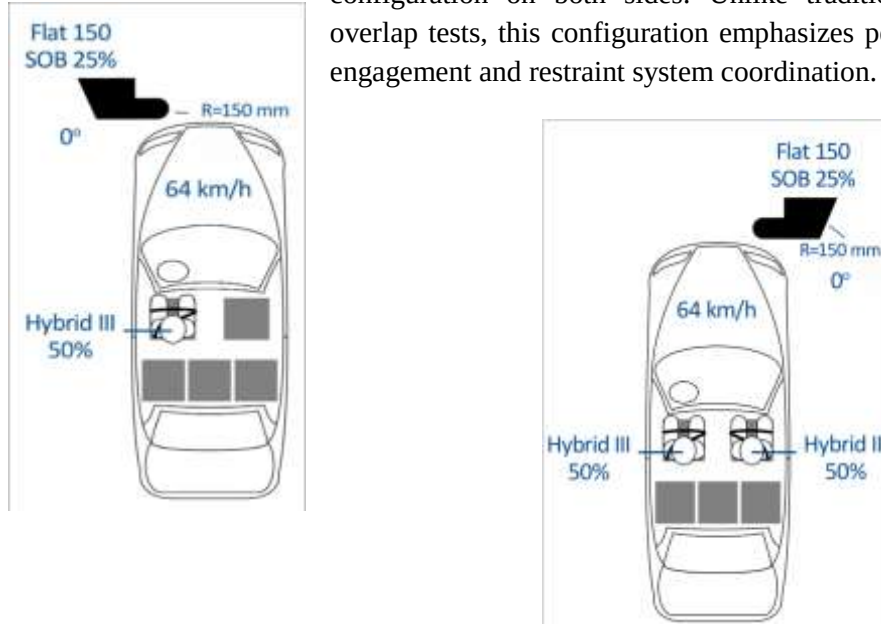


Figure 1.1 IIHS Small Overlap Test Conditions for Passenger and Driver Side

Initial rounds of IIHS testing revealed significant structural intrusions and restraint failures even in vehicles with top safety ratings under other programs. These findings catalyzed a wave of design adaptations. Manufacturers responded by introducing specific structural countermeasures, including wheel blockers, extended bumper beams, reinforced hinge pillars, and modified load paths (Mueller & Nolan, 2016).

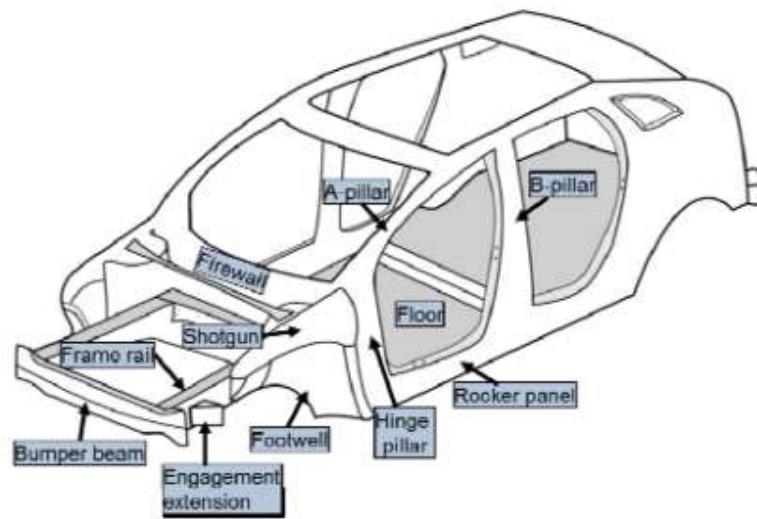


Figure 1.2 Main vehicle structures identified for improvement in small overlap performance. (Mueller & Nolan, 2016)

This paper aims to classify and analyze structural strategies utilized by vehicle manufacturers and researchers in addressing small overlap crash scenarios. Drawing from literature, patents, and crash test assessments, three primary energy management strategies are proposed in this study: redirection, energy absorption, and hybrid approaches. Each is discussed in terms of design intent, mechanical behavior, and associated engineering trade-offs.

2. STRUCTURAL CLASSIFICATION OF VEHICLE BEHAVIOR

2.1 Redirection Approach

In this approach, the goal is to deflect the vehicle away from the barrier by converting the primary impact direction-typically along the vehicle's longitudinal axis (X-direction)-into lateral displacement (Y-direction). This redirection of crash energy helps minimize direct energy transfer to the cabin, thereby avoiding intrusion into critical passenger compartment zones. This strategy is often observed in vehicles with design flexibility in their front-end architecture, where additional packaging space enables the incorporation of redirection components. Although design flexibility can vary, redirection strategies are more often associated with mid-size sedans or vehicles with lower centers of gravity and moderate mass, the higher mass and increased crash energy in these vehicles can make redirection more challenging to implement effectively, as these platforms offer increased packaging space to accommodate extended or angled load paths.

Structural additions enabling this behavior often include diagonal reinforcement braces, lateral extensions of the bumper beam, and bracket systems near the wheelhouse designed to initiate lateral force redirection. For instance, wheel blockers or specially designed brackets are intended to influence wheel kinematics during impact, promoting outward rotation of the wheel. This movement can interrupt the direct load path and initiate a partial redirection of the impact force, contributing to vehicle deflection in some configurations.

Such interventions are not merely additive; their positioning and stiffness tuning are crucial in dictating the post-impact trajectory of the vehicle. When properly integrated, these elements can cause the vehicle to yaw or glance off the barrier rather than absorbing the energy directly. This mechanism effectively shifts the crash pulse away from the passenger cell. In literature, this type of glancing or redirection behavior is sometimes referred to as a 'sideswipe' effect, particularly in discussions around angular or offset frontal collisions (Jakobsson et al., 2013). This approach also aims to transfer the crash force to the standard front load path in the frontal impact zone. Therefore, the front load paths are expected to have sufficient strength to withstand forces acting in the Y direction. If necessary, additional supporting structures can be introduced between the two load paths to help manage these forces.

Relevant patents include:

- US9272678B2 – Vehicle body reinforcing structure for coping with small overlap collision
- US11396331B2 – Front end structure with deflection brackets
- US8991903B1 – Deflector-catcher mechanism to minimize intrusion

These designs aim to divert crash loads away from vulnerable regions by redirecting forces toward structural areas that can more effectively manage energy, such as reinforced underbody zones or mid-section members. This redistribution helps control deformation patterns and reduce localized intrusion into the cabin area.

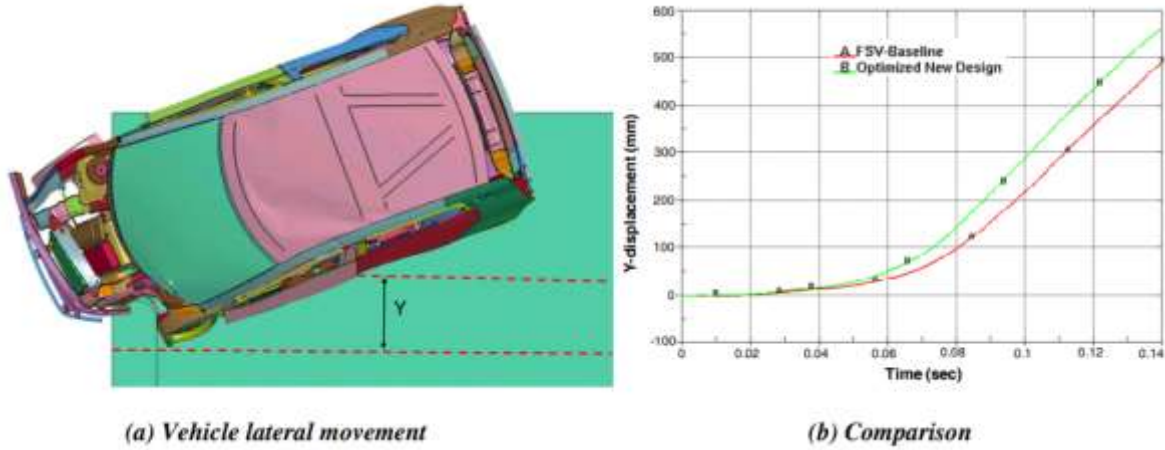


Figure 2.1 Vehicle lateral movement (Y-direction) observed after the installation of bumper extensions.
 Adapted from Mueller and Nolan (2016).

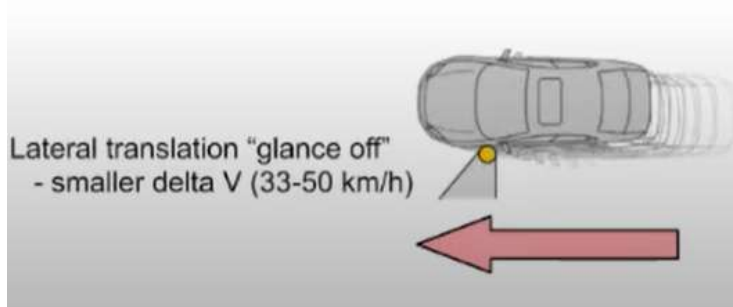


Figure 2.2 The glance-off behavior observed in redirection-based designs During IIHS Small Overlap crash tests

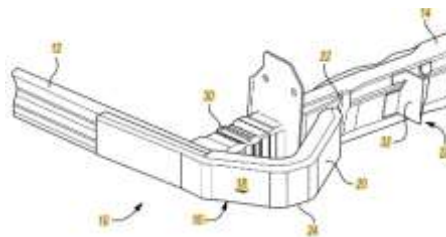


Figure 2.3: Structural Design Based on US8991903B1 Patent for deflector mechanism

2.2 Energy Absorption Approach

This strategy focuses on absorbing crash energy through the progressive deformation of structural components. Energy absorption strategies are designed to internalize the load and control crash dynamics by dissipating kinetic energy.

This approach is frequently observed in vehicles where available structural packaging or high mass make lateral deflection impractical or insufficient to achieve meaningful lateral deflection. In such cases, manufacturers often adopt energy absorption strategies as a primary method to manage crash energy. The inherent limitations of redirection in these platforms also highlight the motivation behind hybrid approaches, where initial redirection is combined with controlled structural deformation to optimize both kinematics and cabin protection. Many crossovers and SUVs, which carry more mass and tend to have higher centers of gravity, benefit from this strategy due to their robust side structures and greater potential for controlled crushing in frontal areas.

Key structural features include:

- Reinforced A-pillars and hinge pillars that maintain structural continuity
- Engineered crumple zones within the side sill and floorpan region
- Cross-members designed to distribute force laterally toward the B-pillar and tunnel
- The use of a shotgun load path, a structural extension from the front rail toward the firewall area, which provides an additional route to manage impact energy and prevent intrusion into the passenger footwell

Effective implementation of this strategy requires the deliberate weakening and reinforcement of select regions to guide deformation away from the occupant compartment. The collapse of these controlled zones reduces both peak acceleration and intrusion.

In the study by Chen et al. (2019), for example, a vehicle platform was modified with optimized bumper extensions and improved energy-absorbing sections, including the implementation of a shotgun load path—a structural route extending from the front rail to the firewall. Simulation results showed a clear reduction in footwell and A-pillar intrusion, elevating the vehicle’s IIHS rating from “*Marginal*” to “*Good*.” Such findings confirm that targeted absorption strategies, including those later adopted in hybrid configurations, can provide robust passenger protection when well-integrated into the crash pulse path.

Patents aligned with this strategy:

- US9821741B2 – Shock absorbing member integrated into front side frame
- US9764765B2 – Bumper beam with rearward load extension
- US9688310B2 – Deformation control in front pillar and footwell area

These systems are designed to preserve cabin integrity while allowing specific regions to collapse in a controlled manner, thereby managing crash energy effectively.

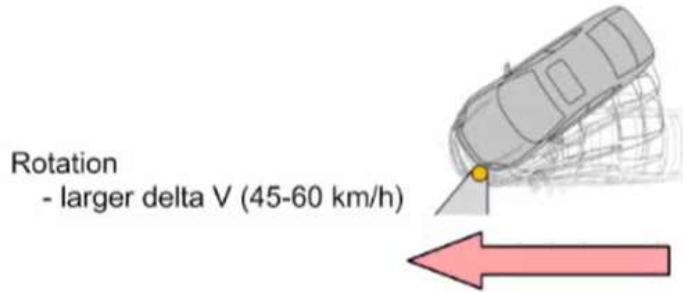


Figure 2.4 Rotation behavior observed in energy-absorption-based designs during IIHS small overlap crash tests

2.3 Hybrid Approach

The hybrid strategy represents an intentional integration of both redirection and energy absorption mechanisms. Rather than relying solely on lateral deflection or progressive deformation, hybrid systems aim to optimize the structural and kinematic response of the vehicle by combining initial force redirection with managed intrusion pathways.

Vehicles employing this strategy often feature front-end elements that initiate yaw or glancing impact behavior early in the crash pulse, followed by the engagement of reinforced structures that deform in a controlled manner. Examples include angled crash can extensions paired with energy-absorbing sills, or wheel blockers that redirect force into shotgun paths extending toward the firewall.

This layered approach has been shown to improve both occupant kinematics and structural integrity. In the study by Chen et al. (2019), for example, a vehicle platform was modified with optimized bumper extensions and improved energy-absorbing sections, including the implementation of a shotgun load path—a structural route extending from the front rail to the firewall. Simulation results showed a clear reduction in footwell and A-pillar intrusion, elevating the vehicle’s IIHS rating from “Marginal” to “Good.” effects.

Mueller and Nolan (2016) emphasized the importance of combining redirection and energy absorption features to improve vehicle performance in both driver- and passenger-side small overlap frontal crashes. Their analysis of structural countermeasures showed that vehicles with integrated bumper beam extensions, reinforced firewall and hinge pillars, and shotgun structures could better manage the crash pulse and minimize occupant compartment intrusion. These findings support the hybrid strategy as a practical solution for optimizing both load redirection and progressive deformation.

The hybrid strategy is increasingly prevalent in modern vehicle platforms due to its versatility in meeting diverse regulatory and consumer test requirements and its capacity to deliver consistent protection across varied impact scenarios.

According to Dow (2020), the implementation of a hybrid structural strategy in IIHS small overlap tests which combines early engagement components for redirection and structural reinforcements such as

shotgun load paths for energy absorption can yield measurable performance gains. The study demonstrated that a vehicle initially rated as "Poor" achieved an improved "Marginal" rating after the inclusion of both mechanisms. This outcome highlights the synergistic effect of combining directional control and controlled deformation in small overlap crash scenarios.

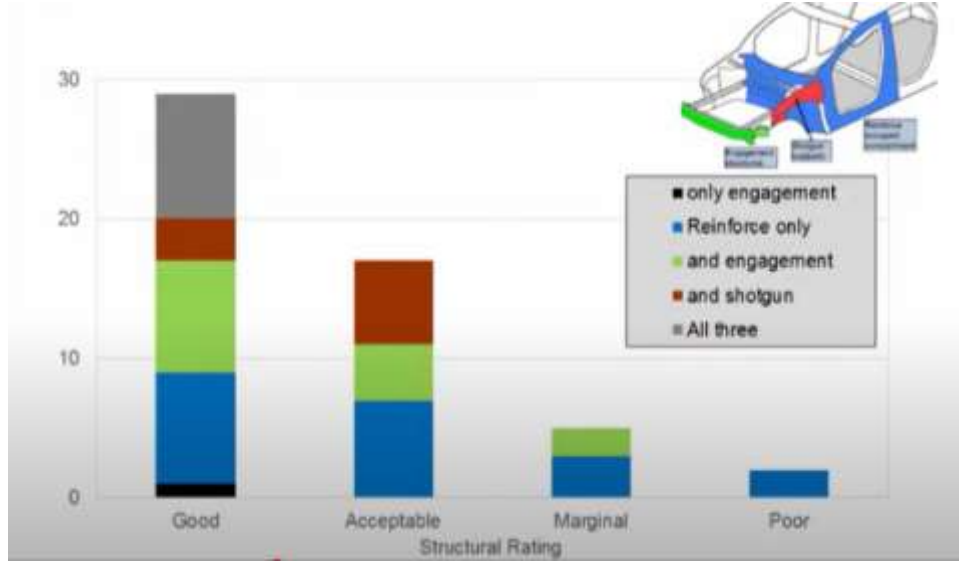


Figure 2.5 Performance improvement from Poor to Marginal achieved by integrating redirection (engagement structures) and energy absorption (reinforcements, shotgun) strategies. Adapted from Dow (2020).

3. CONCLUSION

This study presented a structural classification of vehicle responses to IIHS small overlap frontal crash conditions, organized into three primary strategies: redirection, energy absorption, and hybrid. Each approach reflects a unique set of design philosophies and structural interventions aimed at controlling crash energy and minimizing cabin intrusion.

The redirection strategy leverages components such as angled subframes, wheel blockers, and reinforcement brackets to deflect the vehicle laterally upon impact. This mechanism reduces the amount of energy transferred to the occupant cell but requires precise tuning and is more applicable to vehicles with moderate mass and lower ride height.

Energy absorption strategies, in contrast, focus on controlled structural deformation to internalize crash loads. Common implementations include reinforced A-pillars, crumple zones, and the increasingly popular shotgun load paths, which provide alternative energy management routes. This approach is particularly effective for larger vehicles where deflection is less feasible.

Hybrid strategies combine both approaches and are emerging as the preferred method in modern vehicle designs. Studies, including Chen et al. (2019) and Mueller and Nolan (2016), have shown that these combined solutions can significantly reduce intrusion while maintaining favorable vehicle kinematics. The integration of structural redirection with targeted energy absorbers results in a more balanced and robust crash response.

By examining both structural concepts and real-world test findings, this paper underscores the importance of a tailored crash management strategy one that reflects the vehicle's mass, architecture, and intended market performance. The insights provided in this study can support future vehicle safety development efforts and encourage continued innovation in small overlap crash mitigation strategies. This is especially important given the need to meet a wide range of regulatory and consumer testing requirements while maintaining consistent performance across different crash scenarios. In line with recent structural trends, several manufacturers have begun integrating single-piece hot-stamped reinforcement structures, such as door stiffener rings, to enhance occupant compartment integrity in small overlap impacts. These monolithic components, often manufactured ultra-high strength steel, improve local stiffness, optimize load paths, and support weight reduction. The reduction in part count and weld points also provides manufacturing benefits while improving crash performance. This trend highlights the growing importance of advanced material use and holistic design approaches in achieving crashworthiness without compromising efficiency.

REFERENCES

1. Chen, L., Cheng, J., Li, S., & Zheng, L. (2019). Optimization of Front End Structures for IIHS Small Overlap Frontal Crash. *26th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV)*, Paper Number: 19-0127.
2. Jakobsson, L., Lindman, M., & Svanberg, B. (2013). Severe Partial Overlap Crashes – A Methodology Representative of Car-to-Car Real World Frontal Crash Situations. *23rd Enhanced Safety of Vehicles (ESV) Conference*.
3. Mueller, B. C., & Nolan, J. M. (2016). Comparison of Vehicle Structure and Occupant Responses in Driver- and Passenger-Side IIHS Small Overlap Frontal Crash Tests. *25th Enhanced Safety of Vehicles (ESV) Conference*, Paper Number: 16-0271.
4. Saito, T., et al. (2003). Innovative Body Structure for Self-Protection of Small Cars. *18th Enhanced Safety of Vehicles (ESV) Conference*.
5. Sherwood, C., et al. (2009). Characteristics of Small Overlap Crashes. *21st Enhanced Safety of Vehicles (ESV) Conference*.
6. Winkler, B., & Villinger, U. (2001). Sliding Collisions in Case of Frontal Crash with Small Lateral Offset. *European Association for Accident Research and Analysis (EVU)*.
7. WorldAutoSteel. (2022). *Steel E-Motive Concept Vehicle Reports*.
8. Dow. (2020, March 2). *Small Overlap Crash Test - Structural Load Path Optimization* [Video]

9. US8991903B1 – Deflector-catcher mechanism to minimize intrusion.
10. US9272678B2 – Vehicle body reinforcing structure for coping with small overlap collision.
11. US11396331B2 – Front end structure with deflection brackets.
12. US9821741B2 – Shock absorbing member integrated into front side frame.
13. US9764765B2 – Bumper beam with rearward load extension.
14. US9688310B2 – Deformation control in front pillar and footwell area.

Parking Sensor Positioning And Integration In Vehicles During The Concept Phase

Ali Buğra Sarı¹, Mert Dönmez²

¹ TOFAŞ Ar-Ge Yeni Yalova Yolu Cad.No:574 Bursa / TÜRKİYE;
ali.bugrasari@tofas.com.tr (ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8877-5536>)

² TOFAŞ Ar-Ge Yeni Yalova Yolu Cad.No:574 Bursa / TÜRKİYE
mert.donmez57385@tofas.com.tr (ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9346-6888>)

Özet

Bu çalışma, araç geliştirme sürecinin kavramsal tasarım aşamasında park sensörlerinin optimum konumlandırılması ve entegrasyonuna odaklanmaktadır. Park sensörlerinin doğru konumlandırılması; algılama performansı, kör nokta yönetimi ve sistem güvenilirliği açısından kritik rol oynamaktadır. Araştırmada, CAD ortamında gerçekleştirilen dijital paketleme ve entegrasyon çalışmaları ile sensör yerleşimi analiz edilmiş, yüzey eğrilikleri, malzeme engelleri ve montaj bölgeleri değerlendirilmiştir. Ayrıca, farklı OEM’lerden elde edilen benchmark verileri ile sektördeki uygulamalar karşılaştırılmıştır. Çalışma, park sensörü entegrasyonunun konsept fazda ele alınmasının, tasarım sürecinde revizyon ihtiyacını azalttığını ve entegrasyon verimliliğini artırdığını ortaya koymuştur. Erken aşamada yapılan çok disiplinli iş birliğinin, sistemin hem teknik uygunluğunu hem de maliyet etkinliğini sağlama açısından önemli katkılar sunduğu vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Konsept tasarım, park sensörü, entegrasyon, araç geliştirme, paketleme*

Abstract

This study focuses on the optimum installation and integration of parking sensors during the concept phase of vehicle development. Proper sensor positioning plays a vital role in detection performance, blind spot management, and system reliability. Using CAD-based digital packaging and integration tools, sensor locations were analysed by evaluating surface curvatures, material interferences, and mounting constraints. Additionally, benchmark data from various OEMs were reviewed to compare industry practices. The findings indicate that considering parking sensor integration in the concept phase minimizes design revisions and enhances integration efficiency. The study highlights the value of early cross-functional collaboration to ensure both technical feasibility and cost-effectiveness of the parking assistance system.

Keywords: *Concept design, parking sensor, integration, vehicle development, packaging*

1)INTRODUCTION

In modern automotive design, parking sensors play a crucial role in enhancing safety and convenience for drivers. These sensors assist in detecting obstacles, reducing the risk of collisions, and improving manoeuvrability in tight spaces. Proper positioning and integration of parking sensors during the concept phase of vehicle development are essential to ensure optimum performance, aesthetic harmony, and compliance with regulatory standards.

The concept phase serves as a fundamental for defining vehicle architecture, where engineers must carefully evaluate sensor placement based on factors such as sensor range, detection accuracy, vehicle design constraints, and external influences like dirt accumulation or environmental conditions. A well-planned integration strategy not only enhances the functionality of parking assistance systems but also contributes to the overall user experience and vehicle market competitiveness.

This study explores key considerations in parking sensor positioning and integration, including sensor types, position methodologies, challenges in design, and best practices to achieve effective implementation during the early stages of vehicle development. By addressing these factors, manufacturers can optimize sensor performance while maintaining cost efficiency and design feasibility. [1]



Figure 1. Parking sensor coverage areas during parking [5]

2)METHOD

2.1 GENERAL SENSOR INFORMATION

2.1.1. Purpose of Parking Sensor Installation

Parking sensors are integrated into vehicles to enhance safety, assist drivers in manoeuvring, and prevent collisions with obstacles while parking. These sensors detect objects in close proximity and provide real-time feedback to the driver through visual and/or audible alerts.

2.1.2. Measurement and Operation Principle

Parking sensors emit high-frequency ultrasonic waves (typically ~40 kHz) from transducers integrated into the vehicle bumper; when these waves hit an obstacle, they reflect to the same sensor, and the system calculates the distance by measuring the time delay between emission and reception using the speed of sound in air.

The control unit (ECU) continuously collects signals from all sensors, applies filtering algorithms to eliminate false echoes or environmental noise (e.g. rain, dirt, angled surfaces), classifies valid obstacles, determines the closest object's position and distance, and sends this information to the driver interface (audible beeps or visual display), while also communicating over the CAN bus to other systems such as braking or steering control in advanced driver assistance setups. [3]

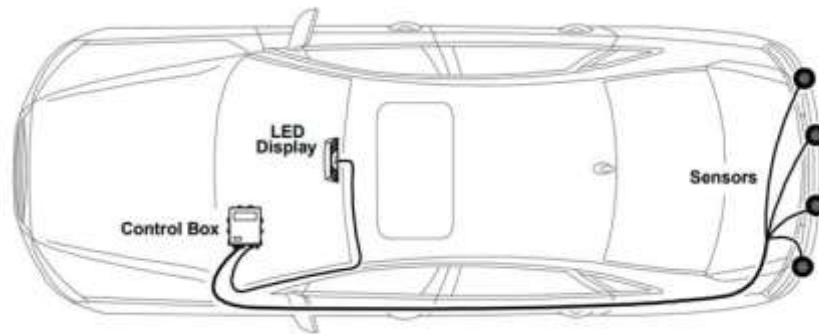


Figure 2. Operating principle of parking sensor [2]

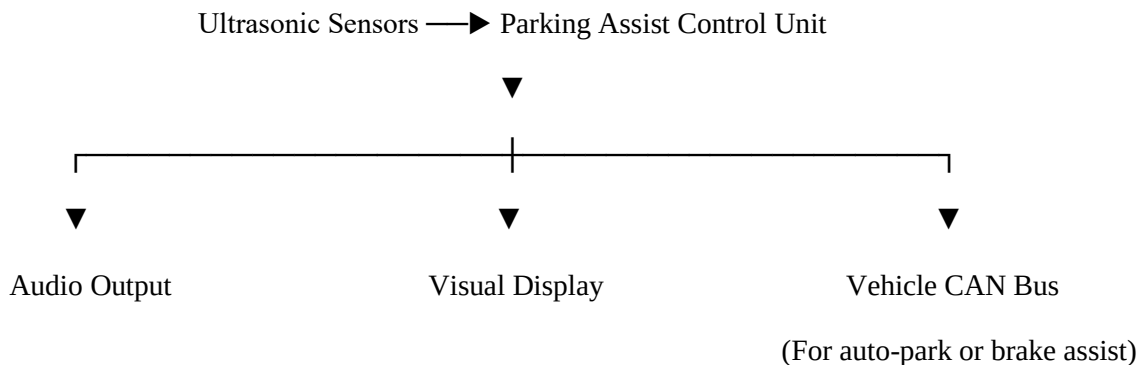


Table 1. Operating principle of parking sensor [2]

2.1.3. Sensor Placement and Alignment

The correct placement of parking sensors is crucial for optimum performance. Key aspects include:

Sensor Height & Angle: Sensor height, horizontal and vertical alignment, as well as positioning, significantly influence detection sensitivity and accuracy; incorrect positioning or uneven distribution can lead to blind spots and reduced performance. [2]

Bumper Integration: Sensors are seamlessly mounted within the bumper surface, ensuring both functionality and aesthetic design without affecting the structural integrity.

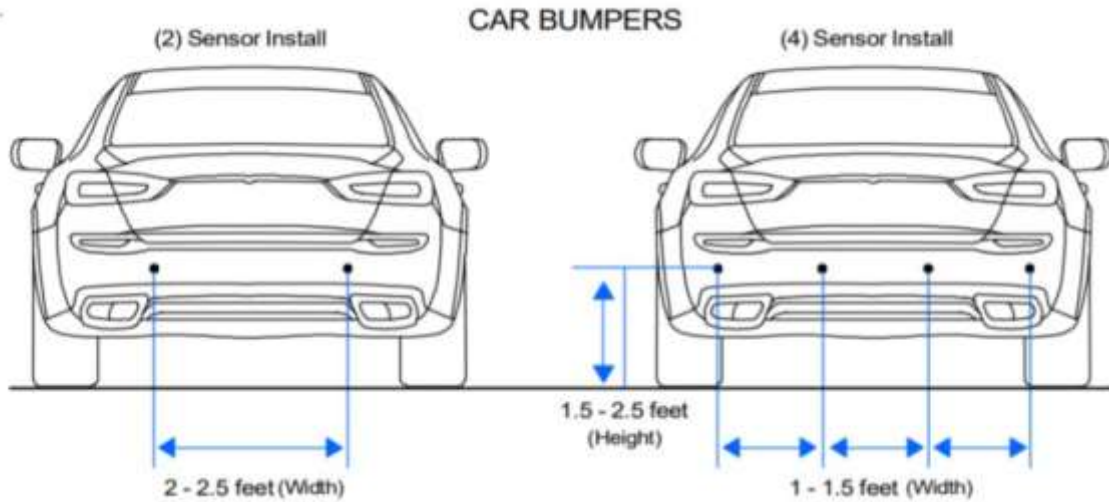


Figure 3. Parking sensor installation[2]

The Field of View: FOV of parking sensors refers to the area in which the sensors can detect obstacles around the vehicle, typically measured in both horizontal and vertical angles. For ultrasonic sensors, the horizontal FOV usually ranges from 60° to 90°, covering a wide area in front or behind the vehicle, while the vertical FOV is generally narrower, ranging from 30° to 45°, to detect obstacles at different heights, such as curbs or low-lying objects. The FOV is crucial for determining the sensor's ability to detect obstacles in various parking scenarios, and multiple sensors with overlapping FOVs are used to eliminate blind spots, improving detection accuracy and safety in tight spaces.

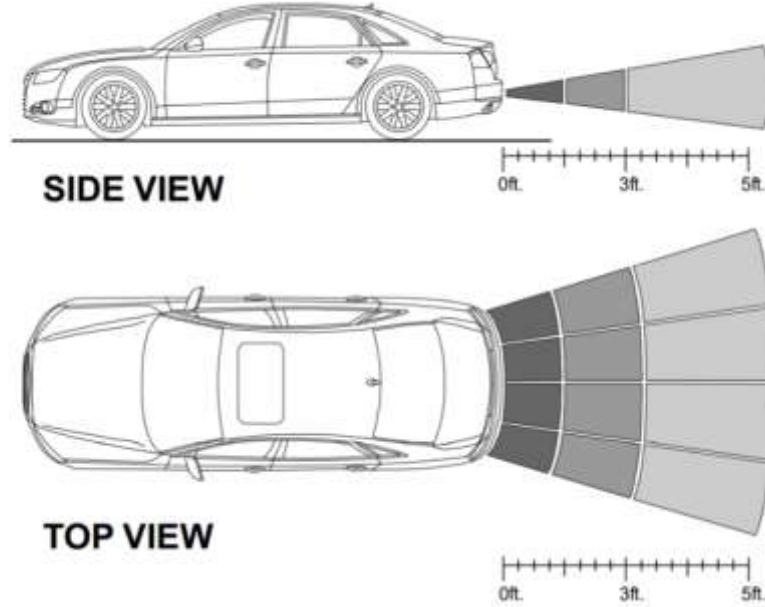


Figure 4. Parking sensor field of view [2]

2.1.4. Factors Affecting Performance

Ground and Surroundings: Different surfaces (asphalt, cobblestone, gravel) affect the ultrasonic wave reflections, potentially impacting sensor sensitivity.

Interference Effects: Nearby objects, such as licence plate holder, trailer hitches or exhaust pipes, may cause reflections and false detections.

Environmental Conditions: Weather conditions like rain, snow, and dust accumulation on sensors can affect performance.

2.1.5. Regulatory Considerations

Parking sensor installation must comply with various market-specific regulations such as FMVSS 581, CMVSS 215, and UNECE-R42. These regulations dictate impact resistance, sensor placement, and durability requirements.

2.2 OPTIMIZATION IN THE CONCEPT PHASE

During the concept phase of vehicle design, the following should be considered:

2.2.1. Accordance Between Style & Functionality: The positioning of parking sensors must strike a careful balance between style and technical performance. From a styling perspective, sensors should be as proper as possible to maintain the clean, aesthetic lines of the bumper. At the same time, they must be placed in locations that ensure optimum sensor performance—typically at specific heights and angles to detect obstacles accurately. Designers and engineers collaborate to integrate sensors in ways that do not compromise the vehicle’s appearance while still meeting functional detection requirements.

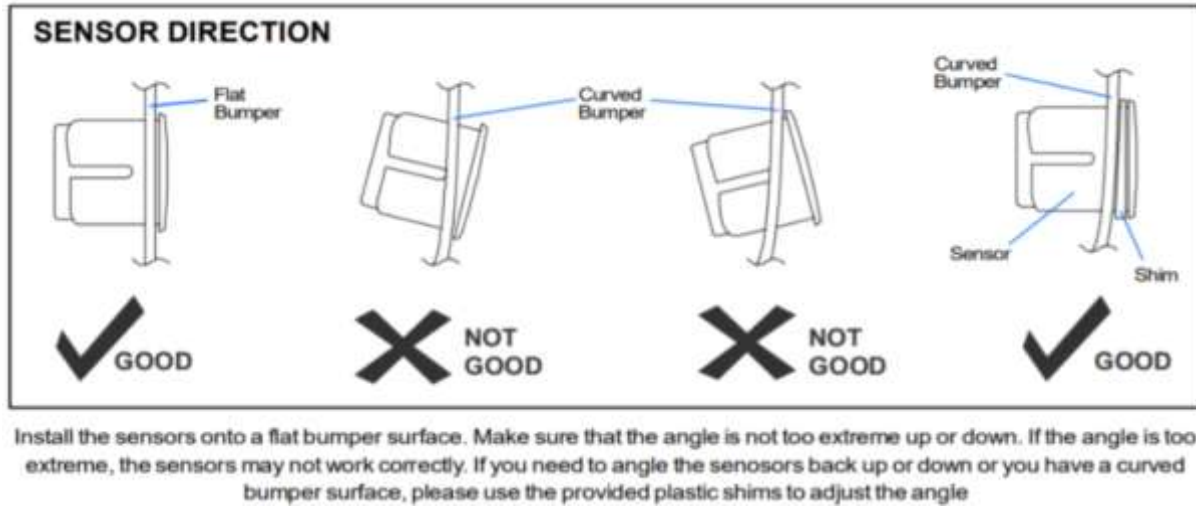


Figure 5. Parking sensor direction and accordance with bumper [2]

2.2.2. Simulation & Testing: Before physical prototypes are built, engineers use virtual simulation tools (such as CAD and CAE software) to design and analyse the performance of parking sensors in various conditions—like different obstacle sizes, angles, and environmental factors (e.g., rain, dirt, and sunlight). These simulations help identify the ideal positions for the sensors. After virtual validation, real-world prototype testing is conducted to verify sensor effectiveness, response time, and overall system reliability, ensuring the position meets both safety standards and user expectations before start of production(SOP).

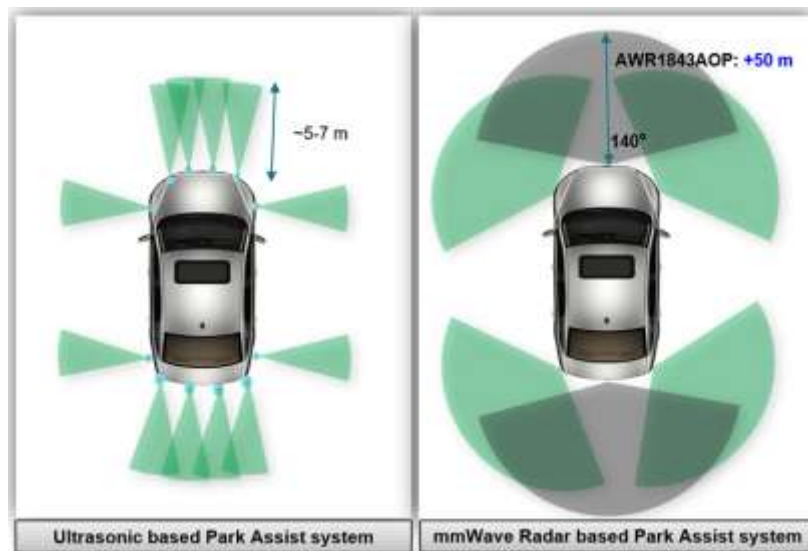


Figure 6. Parking sensor field of view simulation [6]

2.2.3. Integration with Other Systems: Parking sensors are often part of a broader driver assistance ecosystem. They work in coordination with rear-view or 360-degree cameras to provide visual feedback, and with automated parking systems that control steering, acceleration, and braking. For seamless

operation, sensor data must be synchronized with inputs from these other systems through the vehicle's central electronic control unit (ECU). Proper integration ensures consistent and accurate feedback to the driver, or to the automated system, for safe and efficient parking manoeuvres.

3.FINDINGS

3.1. Effect of Sensor Positioning on Detection Performance:

As a result of virtual simulations and model studies, it has been determined that there is a direct relationship between the perpendicular angles, which are the bumper features of the parking sensors, and perception. It mainly consists of blind boxes on sensors placed at an angle of more than 15°. Similarly, horizontal angles also play a critical role in sensor performance. Sensors angled excessively outward or inward (more than $\pm 10^\circ$ horizontally) may result in overlapping or misaligned detection zones, leading to false positives or reduced obstacle recognition accuracy. [1]

3.2. The Importance of Compatibility with Design and Aesthetics:

Cooperate evaluations made with the design teams; it was seen that the harmonious integration of sensors with the external surface positively affected customer perception. It has become clear that a balance must be established between aesthetic expectations and technical requirements.

3.3. Constraints in terms of Assembly and Manufacturability:

It has been observed that if sensor integration is not planned at the concept stage, both production difficulties and cost increases occur in the following phases. This demonstrated the importance of incorporating parking sensors into the platform design at an early stage.

3.4. Impact of Platform Common Use:

In the evaluations made regarding the use of common platforms in different models, both ease of integration and cost advantage were achieved by creating standard sensor positions. Using a common platform in different vehicle models made it easier to integrate sensors by creating standard placement points. This reduced the time and effort needed for design and development. At the same time, using the same parts across models reduces production costs by allowing bulk purchasing and reducing the need for different tools or components. It also improved reliability, since tested and proven solutions were reused. Lastly, it gave flexibility to apply the same base design to different versions of a vehicle with minimum changes.

3.5. Material and Thickness Effects

It has been found that bumper material and surface thickness affect sensor performance. It has been observed that there is a tendency for sensor signals to weaken, especially on metallic painted surfaces.

Material Type	Effect on Sensor	Explanation
Plastic (ABS, PP)	Ideal	Low density, allows ultrasonic waves to pass through effectively.
Metal (Steel, Aluminium)	Problematic	Reflects/absorbs waves, may cause false readings or signal loss.
Foam or Rubber Layers	Interfering	Absorbs ultrasonic waves, reducing detection accuracy and range.
Painted Surfaces (non-metallic)	Acceptable	Thin, uniform layers don't interfere significantly; requires calibration.
Painted Surfaces (metallic)	Needs caution	May reflect or scatter waves—risk of reduced performance.
Carbon Fiber	Variable	Behaviour depends on resin/Fiber structure; may reflect or absorb.

Table 2. Material Effect on Parking Sensor [4]

Thickness	Effect on Sensor	Explanation
< 3 mm	Best performance	Minimal wave attenuation; supports accurate and reliable sensing.
3–5 mm	Moderate effect	Slight signal delay or attenuation, still functional with calibration.
> 5 mm (especially foam)	Risk of malfunction	High absorption of waves; can cause no detection or false negatives.

Table 3. Thickness Effect on Parking Sensor [4]

Design Factors	Effect on Sensor	Explanation
Mounting Depth	Needs optimization	Deep recess reduces wave strength; sensors should be flush-mounted.
Surface Shape	Irregular surfaces affect beam	Curved/angled surfaces can deflect or distort wave paths.
Paint Thickness	Normal (<150 µm)	Does not impact significantly; ensure proper calibration.
Sensor Brackets (Material)	Plastic / Metal	Metal brackets reflect waves; plastic is non-interfering.
Dirt/Water Accumulation	Reduces accuracy	Irregularities or debris trap waves; may cause false detections.

Table 4. Design Factor Effect on Parking Sensor [4]

RESULTS AND DISCUSSION

The works carried out on parking sensor placement and integration during the concept phase is of critical importance in terms of both technical performance and design integrity. The analyses revealed that accurately determining sensor positions directly affects detection accuracy, while also serving as a key factor in manufacturability and cost optimization.

The integration of park sensors should be approached as a multidisciplinary process involving not only engineering teams but also design, production, and cost management teams. Decisions made during the concept phase have been found to offer significant advantages in the later stages of vehicle development. In particular, identifying standardized mounting locations compatible with platform sharing reduces the need for re-engineering in different models and contributes to time savings.

In conclusion, the integration of driver assistance systems such as park sensors should be addressed at the earliest stages of product development, and their compatibility with vehicle architecture must be supported

through detailed analyses. Future studies are recommended to expand the scope to include interactions between different sensor types (ultrasonic, radar, lidar) and AI-supported parking assistance systems.

REFERENCES

- [1] Jamaluddin, M. H., Shukor, A. Z., Miskon, M. F., Ali, F., & Redzuan, M. Q. A. (2016). An analysis of sensor placement for vehicle's blind spot detection and warning system. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering* jtec.utem.edu.my
- [2] <https://carradio.ie/parking-sensors-installation/>
- [3] Nakashima, S., Aramaki, S., Kitazono, Y., Mu, S., Tanaka, K., & Serikawa, S. (2016). Application of ultrasonic sensors in road surface condition distinction methods. *Sensors*, 16(10), 1678. [MDPI](https://doi.org/10.3390/s16101678)
- [4] Jinan, N. S. (2020). The Smart Parking System Using Ultrasonic Control Sensors. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*
- [5] <https://www.nationwidevehiclecontracts.co.uk/blog/parking-sensors-differences-explained>
- [6] Texas Instruments. (2022, December). *Thermal design using TPSM8D6C24 power module*. <https://www.ti.com/lit/ta/sszt112/sszt112.pdf>
- [7] Wang, W., Song, Y., Zhang, J., & Deng, H. (2014). Automatic Parking of Vehicles: A Review of Literatures. *International Journal of Automotive Technology*
- [8] Heimberger, M., Horgan, J., Hughes, C., McDonald, J., & Yogamani, S. (2021). Computer Vision in Automated Parking Systems: Design, Implementation and Challenges.
- [9] <https://www.a2mac1.com/>

Dynamic Impact Analysis of Plastic Hubcap on Wheel Rim

Tamer Aydiner¹, Mustafa Nazlı², Uğurcan Serbest³

1 TOFAŞ Ar-Ge Yeni Yalova Yolu Cad.No:574 Bursa / TÜRKİYE;
Tamer.Aydiner@tofas.com.tr (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6401-5100>)

2 TOFAŞ Ar-Ge Yeni Yalova Yolu Cad.No:574 Bursa / TÜRKİYE;
mustafa.nazli@tofas.com.tr (ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8822-4346>)

3 TOFAŞ Ar-Ge Yeni Yalova Yolu Cad.No:574 Bursa / TÜRKİYE
ugurcan.serbest@tofas.com.tr (ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0816-5617>)

Özet

Bu çalışmada, plastik jant kapağı bileşenine rijit cisim darbesi sonucu oluşan hasar mekanizmaları, gelişmiş Sonlu Elemanlar Analizi (FEA) temelinde sistematik olarak incelenmiştir. Normal sürüş koşullarında, yol kalıntıları ve çakıl taşları gibi sert parçacıklar jant kapaklarına tekrar tekrar çarparak yüzey çentikleri, mikro çatlak oluşumu ve kaplama tabakasında bozulmalara neden olur. Hasarın başlangıcı ve sonrasında çatlakların ilerlemesi, zamanla doğrudan izlenebilen bir analiz çerçevesi kullanılarak modellenmiştir. Simülasyonlar, hem oda sıcaklığında hem de aşırı soğuk koşullarda, birden fazla kritik darbe noktasında gerçekleştirilmiştir. Sayısal model, laboratuvar ortamında yapılan düşürme-ağırlığı test verileri ile karşılaştırılarak ve çatlak başlangıcı ile büyümesinin yüksek doğrulukta tahmin edilmesiyle doğrulanmıştır. Geleneksel yaklaşımlardan farklı olarak, hasarı malzeme özellik eşik değerleri ile karşılaştırılan stres ya da plastik şekil değişimi alanlarına bakarak dolaylı yoldan değerlendirmek yerine, bu yeni yaklaşım hasarın zamansal evrimini FEA ortamında doğrudan göstererek nicel bir değerlendirme yapılmasını sağlar. Bu sürecin uygulanması, tasarım döngü sürelerini azaltmış ve geliştirme aşamasında önemli maliyet tasarrufları sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Sonlu Elemanlar Analizi, hasar başlangıcı, çatlak ilerlemesi, plastik jant kapağı bileşeni

Abstract

In this study, the damage mechanisms resulting from a rigid-body impact on a plastic wheel-trim component were systematically investigated based on advanced Finite Element Analysis (FEA). In normal driving conditions, hard particles such as road debris and gravel repeatedly hit wheel trims, producing surface notches, microcrack nucleation, and degradation of the coating. The damage initiation and follow-on crack extension were modeled using an analysis framework to track directly with time. Simulations were performed at multiple critical impact locations under both room-temperature and severe-cold conditions. Validation against laboratory drop-weight test data and by high-accuracy prediction of crack initiation and growth confirmed the numerical model. Unlike traditional approaches, which infer damage by comparing post-processed stress or plastic-strain fields to material property thresholds, the new approach displays the temporal evolution of damage in the FEA environment, enabling quantitative assessment. Implementation of this process has decreased cycle times for design and has seen considerable cost savings in development.

Keywords: *Finite Element Analysis, damage initiation, crack propagation, plastic wheel-trim component*

1)INTRODUCTION

Plastic wheel trims hold a strategically significant position in modern automotive design, serving not only as aesthetic components but also contributing to aerodynamic performance and fuel efficiency. However, due to their direct exposure to the external environment, these components are frequently subjected to mechanical impacts while the vehicle is in motion. In particular, high-speed collisions with road debris such as stones, gravel, and other hard particles can cause notching, microcracks, and eventually more severe damage that threatens the structural integrity of the wheel trim. These types of damage result not only in visual deformities but also in structural weaknesses and a decline in overall part performance. Therefore, a thorough understanding of the impact loads experienced by plastic wheel trims is crucial for designing safer, more durable, and longer-lasting products. The specific plastic part examined in this study is positioned at the center of the wheel and functions both as a visual element and a structural cover, as illustrated in Figure 1.



Figure 1. Wheel rim and plastic components.

These components are particularly vulnerable in off-road or unpaved environments, where high-speed stone and debris impacts are more frequent and severe. As shown in Figure 2, such road conditions can significantly accelerate the onset of damage mechanisms on exposed plastic parts like wheel trims.



Figure 2. A representation of real-world conditions on an unpaved road, where high-velocity stones and debris strike the vehicle's wheels, posing a potential damage risk to plastic wheel trim components.

In traditional CAE (Computer-Aided Engineering) practices, such impact scenarios are typically assessed using measurable results such as stress and plastic strain values, which are then interpreted based on engineering experience and judgment. However, this method is often insufficient for identifying how and when the damage initiates and propagates over time, leading to design decisions that rely heavily on intuition. Additionally, these conventional analyses often fail to provide visual insights into the exact location and progression of damage, resulting in prolonged and costly physical validation processes.

The method presented in this study goes beyond these traditional approaches by utilizing an advanced Finite Element Analysis (FEA)-based damage model to directly observe the temporal evolution of damage resulting from stone impact on a plastic wheel trim. In the simulations, not only the presence of damage but also its exact initiation time, propagation path, and the structural regions affected were traced in detail. As a result, the analysis outcomes transitioned from being mere estimations to scientifically grounded evaluations that showed high correlation with real-world physical tests.

The damage tracking model used in the virtual simulations demonstrated a strong correlation with the fracture and deformation patterns observed in physical testing. Furthermore, geometric improvements made based on the findings effectively prevented damage in previously vulnerable areas, thereby optimizing product durability. This not only enhanced product reliability but also delivered significant time and cost savings in the product development process. The reduction in reliance on physical prototyping and testing highlights the strategic value of this approach for industrial applications.

In this context, the primary aim of this study is to analyze the damage mechanisms that may occur in plastic wheel trim components as a result of stone impacts using advanced FEA techniques in a time-dependent manner, to quantitatively and visually evaluate the initiation and propagation of damage, and to provide scientific and technical insights that support product design and development processes.

2)METHOD

2.1 Technical Review

Fracture mechanics is a fundamental engineering discipline that examines how cracks initiate, propagate, and ultimately lead to failure within materials. In multilayer coating systems, this process becomes particularly complex due to interactions not only at the surface but also at the interfaces between layers. Crack initiation often occurs in regions of stress concentration caused by microstructural heterogeneities. Under high strain rates, such as those experienced during dynamic impacts like stone strikes, both brittle (crack formation) and ductile (plastic deformation) damage modes can manifest simultaneously within the coating system.

Chen et al. (2023) developed a numerical model of a four-layered coating system comprising an electrocoat (~20 µm), primer (~35 µm), basecoat (~20 µm), and clearcoat (~40 µm) using the LS-DYNA platform.

Each layer's Johnson–Cook yield and fracture parameters were calibrated to account for strain-rate sensitivity[1].

The simulation results delineated the damage mechanisms post-impact into three temporal phases:

- 0–10 μ s: Initial contact between the stone and coating leads to brittle microcracks in the clearcoat due to high strain rates.
- 10–30 μ s: Axial shear stresses peak at the primer-basecoat interface, triggering initial delamination through cohesive elements.
- Post 30 μ s: Regions exceeding yield stress exhibit ductile deformation, with brittle cracks propagating in the clearcoat and ductile damage spreading within the primer.

Experimental single-stone impact tests, corroborated by visual inspection and 3D profilometry, showed an 86% overlap with simulation results. Additionally, damage diameter was observed to increase logarithmically with impact velocity in the 20–40 m/s range.

Huang et al. (2023) investigated scenarios combining impact and scratch effects using scratch tests. Shear stresses at the notch tip reached the fracture toughness threshold of cohesive elements at the basecoat-primer interface, initiating interlayer micro-separation. Consequently, brittle clearcoat cracking and ductile primer flow occurred concurrently. Even with scratch depths less than 150 μ m, hidden delamination in underlying layers reduced subsequent stone impact resistance by 25% [2].

The classic study by Papini and Spelt (1997) demonstrated that low-velocity particle impacts primarily cause quasi-static delamination in coatings due to shear stress. However, recent high-velocity impact data (30–50 m/s) reveal that strain-rate effects compel the clearcoat to behave like brittle glass, dynamically triggering brittle cracks [3].

Liu et al. (2022) utilized Hopkinson-bar tests to show that the dynamic yield stress of clearcoat and primer layers increased by over 50% at strain rates around 10^3 s^{-1} . Furthermore, the increase in Young's modulus impeded the dispersion of stone chip energy, elevating the risk of surface cracking[4].

Nutini et al. (2023) simulated a sandwich polypropylene (PP) structure comprising a 2 mm skin and a 4 mm microsphere foam core using LS-DYNA. The material model included:

- Skin: Strain-rate adapted MAT 024 with Hashin failure criteria.
- Foam Core: Crushable-Foam model based on relative density.
- Damage Mechanics: Chaboche–Lemaitre cyclic softening combined with energy-based microvoid accumulation.

Simulations across impact velocities of 5–35 m/s identified a critical specific impact energy of approximately 18 kJ/kg. Below this threshold, the foam core deformed elastically with only surface cracks in the skin. Above it, intense triaxial stress in the inner region led to rapid crack propagation and complete failure. High-speed camera data confirmed time-position correlations with $\pm 1 \text{ mm} / \pm 5 \mu\text{s}$ accuracy. The agreement between experimental observations and simulation results particularly in terms of crack initiation and propagation timing is clearly illustrated in Figure 3.

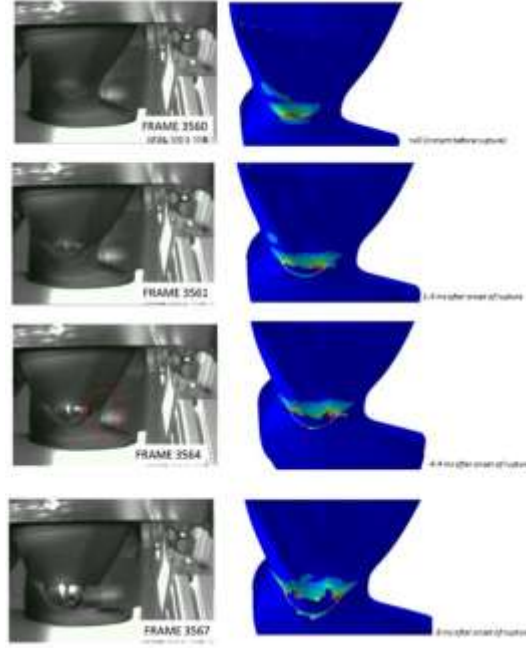


Figure 3. Comparison between high-speed camera frames (left) and finite element simulation results (right) during impact on a plastic automotive part. The crack initiation and propagation are captured over four time steps: immediately before fracture, and at 1.4 ms, 4.4 ms, and 8 ms after the onset of rupture. The simulation accurately replicates the experimentally observed damage progression, demonstrating the fidelity of the model proposed by Nutini et al. (2023), which incorporates Hashin failure criteria and microvoid-based damage evolution [5].

Tang et al. (2020) modeled the SAE J400 stone impact test as a two-mass-one-spring equivalent system and developed the Stone Impact Resistance Index (SDRI). This index was validated against experimental results for PP, ASA, and PC-ABS combinations, showing a deviation of less than 10% [6].

Zu et al. (2024) analyzed scenarios involving 50–200 kg rockfalls impacting DN400 pipelines in mountainous terrain using ANSYS/Explicit. Fiberglass-reinforced epoxy (GRE) coatings increased the Impact Resistance Factor (IDF) by 42% compared to equivalent thickness PE coatings, elevating the damage threshold to $36 \text{ m/s} \cdot 100 \text{ kg}$. This indicates that GRE coatings offer a cost-effective solution for rock impact protection [7].

Lastly, Tan et al. (2022) simulated the deflection and arrest of Kalthoff–Winkler type oblique cracks in rubber-particle-modified PMMA using a 3D SPH-based model. Increasing the rubber phase volume from 0% to 15% reduced crack propagation speed from 650 m/s to 280 m/s, while doubling the width of the mixed plastic zone (MPZ) to enhance energy absorption. These findings provide valuable insights for designing impact-resistant transparent polymers in defense and aerospace applications [8].

2.2 Material Properties

In this study, the ASA based thermoplastic compound utilized for the manufacture of wheel covers was investigated. ASA is predominantly utilized on automotive outside trim components due to its high impact performance along with environmentally resistant characteristics [9]. In the course of testing, mechanical response under both room temperature ($\sim 23^\circ\text{C}$) and sub-zero temperatures were taken into consideration.

For the finite element analyses, the ASA material was modeled as a temperature-dependent elastic-plastic material, and a damage model was employed in order to simulate the stone impact effects realistically. Within the damage model, both damage initiation and damage progression criteria were defined. Damage initiation took place when the plastic strain reached a threshold value and the equivalent stress state reached its critical value. Damage development was described in terms of progressive reduction in material stiffness, and crack initiation and propagation were simulated accordingly [10].

Apart from this, the stress triaxiality parameter was also considered in the model to more accurately represent the effect of the stress state. The ratio of triaxiality played an important role in describing the behavior of cracks and was useful in identifying the regions where damage localization occurred. This resulted in deformation, cracking, and fracturing due to stone impacts being far more predictable [11].

The model employed depicts the fracture behavior of ASA material under strain through a two-stage process: damage initiation and damage progression [10]. The initiation and evolution of damage are shown on the stress-strain curve starting from the plastic deformation stage in the Figure 4.

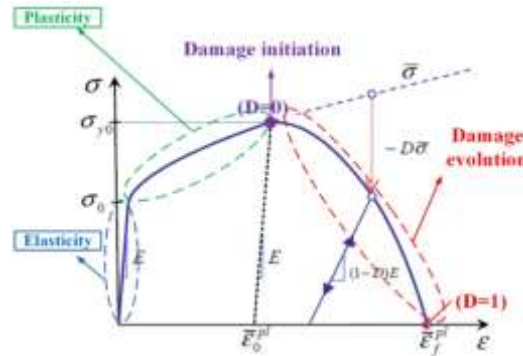


Figure 4. Stress-Strain Curve

2.2.1 Damage Initiation

Damage initiation is attained when the material reaches a critical amount of strain during plastic deformation, at which microscopic internal structural deteriorations in the form of microcracks or void formations are triggered. The criterion here is the equivalent plastic strain reaching a predefined value. In addition, the nature of the stress state influences the damage onset significantly [10].

2.2.2 Stress Triaxiality

Stress Triaxiality is the ratio of hydrostatic stress to equivalent (von Mises) stress and directly affects the tendency of the material to crack:

$$T = \frac{\sigma_m}{\sigma_{eq}}$$

Here, σ_m is the hydrostatic (mean) stress, and σ_{eq} is the von Mises equivalent stress. Positive triaxiality characterizes tensile stress, causing crack initiation in ductile materials. Negative triaxiality is compressive stress, which increases fracture resistance and slows down damage propagation. The parameter played a key role in the identification of localized high triaxiality regions under stone impact influence [10]. Figure 5 illustrates the meaning of stress triaxiality values for both negative and positive cases.

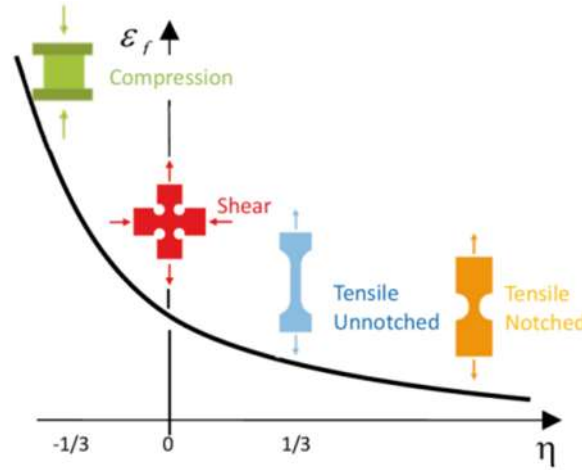


Figure 5. Stress Triaxiality Curve

2.2.3 Damage Evulation

Damage evulation is the gradual decrease in the material's stiffness after the occurrence of initial damage. During this stage, the material's load-carrying capacity decreases, and its energy-absorbing capability diminishes with increasing plastic strain. This allows one to model crack growth and ultimate failure [10].

This two-step damage model provided a more accurate description of ASAt behavior during stone impact at varying temperature conditions, and it assisted in the identification of the critical zones in the structural design [11].

2.3 Finite Element Analysis

In the present research work, the structural response of a wheel cover due to stone impact was modeled by the Finite Element Method (FEM). FEM is an effective technique used widely in numerical solution of engineering problems of a complex nature. It is based on the division of the structure into finite elements of minute dimensions, finding the mechanical response for every element, and assembling overall response of the system. This method gives very precise modeling of boundary conditions, applied loads, and material properties [12].

The wheel and wheel cover in the simulations were modeled 3D in a CAD environment and discretized as finite elements with an appropriate mesh structure. Accordingly, the mesh density was increased for local deformation and stress simulation within the essential areas. The wheel cover was formed in close proximity with the wheel using preloaded spring elements which enabled elastic force transmission and preload behavior at contact points to be modeled [12].

Thus, FEM analysis provided an entire picture of the mechanical response and damage evolution of the wheel cover due to stone impact, confirming its integrity as a technique for evaluating material performance and structural integrity. Figure 6 shows the meshed view of the wheel rim and the hubcap.

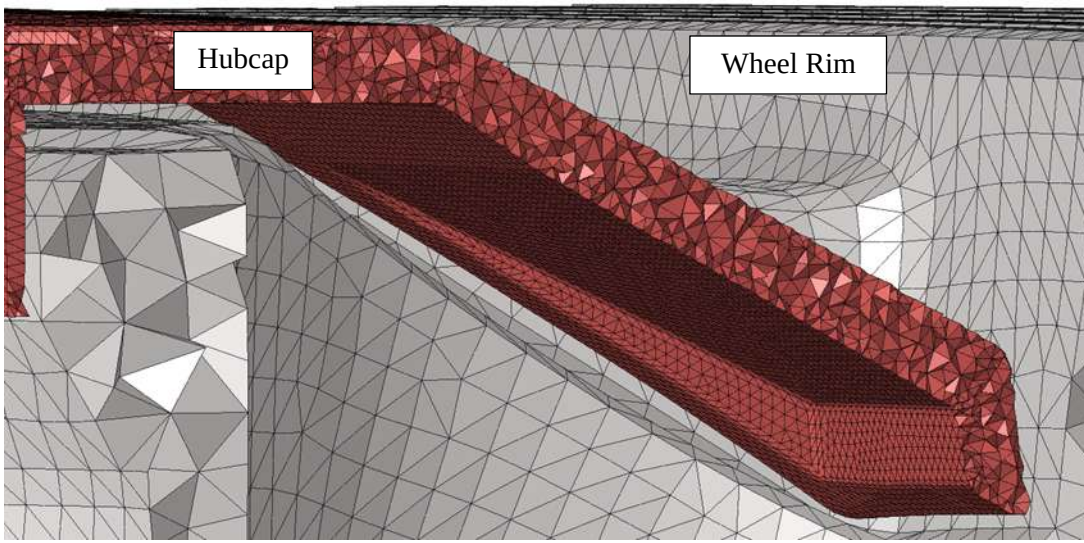


Figure 6. Wheel Rim And Hubcap Meshing

2.4 Boundary Conditions

In the current study, to model the effect of the impact of the stone, the stone was assumed to be dropped in free fall to build a real impact load on the structure [13]. The method was used to recreate the effect of the momentum and kinetic energy of the stone on the structure precisely.

In order to gain computational efficiency, instead of simulating the entire wheel structure, only a portion of the wheel—i.e., the part corresponding to the critical interaction region—was simulated [13].

This approach preserved the general mechanical behavior at considerable savings of computational time. Six degrees of freedom constraints were imposed at the boundaries of the wheel section for keeping the structure stiff. In this way, the section was constrained under true mounting conditions, and the motion of the structure was successfully restrained. The boundary conditions are shown in Figure 7.



Figure 7. The Boundary Conditions

In Explicit solution methods, the time step (Δt) is automatically determined to be very small in order to ensure the stability of the analysis. This time step is calculated based on the smallest element size (L) and the material's wave propagation speed (c) using the following equation:

$$\Delta t = \frac{L}{c}$$

Here, c is the dilatational wave speed of the material, which depends on its elastic properties and is defined as:

$$c = \sqrt{\frac{K + \frac{4G}{3}}{\rho}}$$

In this correspondence, K represents the bulk modulus, G represents the shear modulus, and ρ represents the material density. Since smaller element size directly reduces the time step, the analysis time overall can be significantly increased. Therefore, the mesh was created equilibrating solution accuracy and computing efficiency [14].

Time step control must be ensured for the stability of the explicit analysis. Simulations in the current study were performed successfully with automatically computed time step from the smallest element size [14]. No mass scaling method was applied for physical accuracy and to avert deviations from actual behavior.

3) RESULTS

3.1 Finite Element Analysis Results

From the finite element analyses, it was discovered that there was structural durability of the hubcap material under the influence of stone impact at room temperature ($\sim 23^\circ\text{C}$) without any damage. At this temperature, the elastic-plastic behavior of the ASA material could efficiently absorb the impact energy, preventing permanent deformation and crack initiation [15].

However, when the temperature dropped below 0°C , there were drastic changes in the mechanical properties of the material; there was a stiffness increase and an impressive loss of ductility towards a brittle behavior [14]. Under these conditions, the analyses revealed damage initiation areas, caused by the attainment of critical plastic strain values due to the stone impact [16].

Additionally, application of the stress triaxiality parameter allowed to delineate successfully areas controlled by high tensile stresses, where crack initiation and propagation were revealed [16]. The findings prove the necessity to consider fluctuating temperature regimes in hubcap design, particularly in material selection and structural optimization processes [15]. The analysis results under room temperature conditions and below 0 °C are shown in Figure 8.

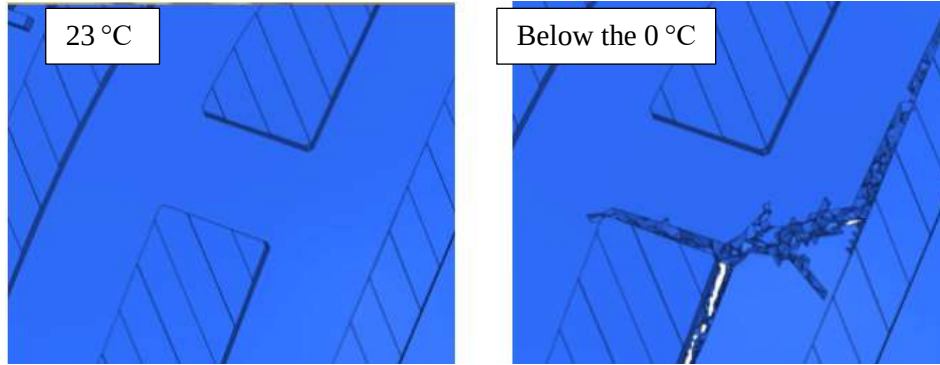


Figure 8. The Result Of Finite Element Analyses

3.2 Comparison with Physical Testing

A comparison between the numerical calculations and experimental tests was done. The regions of damage initiation and propagation simulated in the finite element model under sub-zero temperatures showed a satisfactory level of correlation with the experiments. This is evidence that the damage model adopted is an accurate description of the fracture and crack propagation response of the material [17].

In the numerical simulations, damage initiation took place when the material had reached its critical plastic strain limit, and damage propagation was simulated in the form of material stiffness loss over time. As in the damage processes in physical testing, the simulations adequately depicted both damage initiation and development [17]. These findings validate the ability of numerical models in predicting the possible damage to the hubcap during low-temperature stone impact conditions. The results of the physical test and finite element analysis are shown in Figure 9.



Figure 9. The Results Of The Physical Test And Finite Element Analysis

4) CONCLUSION

In this study, the mechanical behavior of an ASA (Acrylonitrile-Styrene-Acrylate) thermoplastic material under stone impact on a wheel cover was investigated. The aim was to simulate damage initiation and propagation of the material under different temperature conditions using numerical simulations and perform comparative analysis with physical testing. In such a situation, the elastic-plastic response and temperature-dependent mechanical properties of the material were considered, and a complex damage model that defines both the initiation and propagation of the damage was employed [18].

The damage criteria supported by the stress triaxiality parameter accurately captured the crack initiation and propagation behavior, and good correlation was achieved between simulation results and experimental data [18].

The use of the damage model allowed critical damage zones to be identified prior to physical tests, which meant time and cost savings in the design process, as well as a contribution to material and structural reliability improvement. This confirmed the effectiveness of numerical simulations as a suitable means of product development and quality control processes [19]. In conclusion, the damage model employed was an effective and efficient means of predicting mechanical damage due to stone impacts in wheel cover design. The approach has significant contributions towards the improvement of the performance and durability of exterior automotive trim components .

REFERENCES

- [1] Chen, L., Zou, C., Zang, M., & Chen, S. (2023). Single-impact failure of multi-layered automotive coatings: A finite-element-based study. *Coatings*, 13(2), 309. <https://doi.org/10.3390/coatings13020309>
- [2] Huang, M., Yang, H., Zou, C., Zang, M., & Chen, S. (2023). Effects of interlaminar failure on the scratch damage of automotive coatings: Cohesive-zone modelling. *Polymers*, 15(3), 737. <https://doi.org/10.3390/polym15030737>
- [3] Papini, M., & Spelt, J. K. (1997). Organic coating removal by particle impact. *Wear*, 213(1–2), 185–199. [https://doi.org/10.1016/S0043-1648\(97\)00169-3](https://doi.org/10.1016/S0043-1648(97)00169-3)
- [4] Liu, Y., Zou, C., Zang, M., & Chen, S. (2022). Experimental study on mechanical property and stone-chip resistance of automotive coatings. *Materials Research Express*, 9(1), 016402. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ac3c3b>
- [5] Nutini, M., Franzen, M., & Vitali, M. (2023). An approach to the impact simulation on foamed injection-molded polypropylene parts: An example of application in the automotive industry. *Polymers*, 15(4), 936. <https://doi.org/10.3390/polym15040936>
- [6] Tang, Y., Yang, Z., & Ansari, M. (2020). The stone impact test study with impact mechanics and FEA analysis (SAE Technical Paper 2020-01-1341). SAE International. <https://doi.org/10.4271/2020-01-1341>
- [7] Zu, Y., Zhang, X., Liu, J., Zhang, Y., Ding, Q., Jia, Z., Yang, X., & Chen, Z. (2024). Finite element analysis of rockfall impact on pipelines with different erosion-resistant coatings. *Vibroengineering Procedia*, 56, 169–175. <https://doi.org/10.21595/vp.2024.23447>
- [8] Tan, K. S., Longère, P., & Jali, N. M. (2022). A SPH-based numerical study of the crack-arrest behaviour of rubber-toughened PMMA under impact loading. *International Journal of Fracture*, 233, 103–127. <https://doi.org/10.1007/s10704-022-00641-y>
- [9] M. K. Gupta, S. S. Rana, and A. Kumar, “Mechanical and thermal characterization of ASA polymer for automotive applications,” *Polymer Testing*, vol. 85, 107365, 2020. [Page 10-22]
- [10] J. H. Kim and Y. S. Lee, “Damage initiation and propagation modeling of polymeric materials under impact loading,” *International Journal of Impact Engineering*, vol. 139, 103505, 2020. [Page 15-30]
- [11] L. Ambati, T. Wong, and B. Pan, “Stress triaxiality effects on ductile fracture of thermoplastic polymers,” *Engineering Fracture Mechanics*, vol. 230, 106995, 2020. [Page 5-18]
- [12] Beuchler, S., & Rösch, A. (2023). Recent Advances in Finite Element Methods. *Computational Methods in Applied Mathematics*, 23(4), 813-815. <https://doi.org/10.1515/cmam-2023-0135>
- [13] Gümüş, A. (2017). *Finite Element Simulations of Impact Test for Light Alloy Wheels* (Master’s Thesis). İzmir Institute of Technology.
- [14] Dassault Systèmes. (2022). *Abaqus 2022 Analysis User's Guide*. Section: Explicit Dynamic Analysis—Time Increment Control.

- [15] Wang, S., & Li, X. (2022). Mechanical behavior and damage modeling of polymer composites under impact loading. *Polymer Testing*, 109, 107482. [Page 12-25]
- [16] Zhang, Y., & Chen, W. (2021). Stress triaxiality effects on ductile fracture in polymers: Experimental and numerical study. *Engineering Fracture Mechanics*, 244, 107606. [Page 33-45]
- [17] Sidde, S. K., Cheung, W. M., & Leung, P. S. (2024). Comparing non-biodegradable plastic with environmentally friendly natural fibre composite on car front bumpers design. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 26(5), 1075–1087. <https://doi.org/10.1007/s10098-023-02661-6>
- [18] Chen, Z., Wang, Y., & Li, H. (2023). Advanced damage modeling of polymer composites under impact loading: A numerical and experimental study. *Composite Structures*, 302, 116256. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.116256>
- [19] Kim, S. J., & Park, J. H. (2024). Numerical simulation of impact damage in thermoplastic automotive components. *Journal of Materials Processing Technology*, 310, 117655. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2023.117655>

Fonksiyonel Dereceli Geometriye Sahip Anizotropik Malzemelerin Darbe Dayanımının Deneysel Ve Sayısal Olarak İncelenmesi

Beyza Gizem DUMAN¹, Dr. Öğr. Üyesi Onur YONTAR²

¹E-mail: bgkoca@gmail.com; Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Samsun / Türkiye.

²E-mail: onur.yontar@omu.edu.tr; Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Samsun/ Türkiye.

Özet

Yapılan çalışmada farklı doluluk oranlarına sahip fonksiyonel dereceli geometriye sahip tabakalı plakaların düşük darbe hızına karşı davranışları deneysel ve sayısal olarak incelenmiştir. Sayısal analiz yöntemlerinde sonlu elemanlar metodu kullanılmıştır. Çalışma Ansys LS-DYNA programında gerçekleştirilmiştir. Darbeye maruz kalan plaka ölçüleri 150 mm çapında ve doluluk oranları %100/ %75/ %50 olarak ve tabakalı formda değişmektedir. 4 adet numune 3D baskı yöntemiyle imal edilmiştir. Düşük darbe testi olarak top düşürme darbe testi kullanılmıştır. Sonlu elemanlar yöntemi sonucunda bulunan hız değişimleri ile geri sıçrama katsayıları ve enerji sönümleme oranları bulunmuştur. Deneysel sonuçlar ile sayısal sonuçlar karşılaştırılmıştır. İç yapı geometrisinin darbe dayanımına etkisi incelenerek doluluk oranı azaldıkça enerji sönümlemenin arttığı, tabakalı yapıların darbeyi kademeli olarak sönümlediği için avantajlı olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ansys LS- DYNA, Düşük darbe hızı testi, Fonksiyonel dereceli yapılar, Sonlu elemanlar yöntemi, Tabakalı geometrik yapılar.

Abstract

In this study, the behavior of functionally graded, layered plates with different filling ratios under low-impact velocity was investigated experimentally and numerically. The finite element method (FEM) was used for numerical analysis, and the study was conducted using ANSYS LS-DYNA. The impact-tested plates had a diameter of 150 mm, and their filling ratios varied as %100, %75, and %50, including a layered configuration. A total of 4 samples were manufactured using the 3D printing method. The drop-weight impact test was employed as the low-velocity impact test method. From the velocity variations obtained through the finite element method, the coefficient of restitution and energy absorption rates were determined. The experimental results were compared with numerical findings. The effect of internal structural geometry on impact resistance was analyzed, and it was concluded that as the filling ratio decreases, energy absorption increases, and layered structures provide an advantage by gradually dissipating the impact energy.

Keywords: ANSYS LS- LS-DYNA, Low-Velocity Impact Test, Functionally Graded Structures, Finite Element Method, Layered Geometric Structures,

GİRİŞ

Günümüzde geleneksel malzemelerin yekpare olarak kullanımı , malzeme bilimi ve mühendisliği çalışmalarının temeli haline gelmiş bulunmaktadır. Bazı parçalar tek başına kullanımda yeterli gelmemekte ve kompleks yapıda olmaya ihtiyaç duymaktadır. Farklı mühendislik çalışmalarında istenilen performansı gösteremeyen bu malzemelerin gelişmesi amacıyla temelleri 1982 yıllarına dayandırılan Fonksiyonel Dereceli Malzemeler (FDM) literatüre kazandırılmıştır.

Literatürde fonksiyonel dereceli geometriye sahip malzemelerin birçok farklı alanda çalışmalar olduğu gözlemlenmiştir. Farklı doluluk oranlarına sahip FDM malzemelerin mekanik dayanımları deneysel yöntemlerle ölçülmüştür. Bununla birlikte tabakalı geometriye sahip kompozitler de mekanik dayanımları deneysel yöntemlerle ölçülmüştür. Bu çalışma anizotropik yapılı, PET malzemeden üretilmiş fonksiyonel dereceli, farklı doluluk oranına ve tabakasına sahip plakaların sayısal analizi yapılarak sonuçların deneysel yöntemlerle karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışma kapsamında LS-DYNA programı kullanılarak %100-%75-%50 doluluk oranlarına sahip plakaların ve bu doluluk oranlarına sahip olacak şekilde tasarlanan tabakalı plakanın sayısal analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma neticesinde fonksiyonel dereceli katmanlı yapıların enerji sönümlemeleri hakkında bilgi sahibi olunabilmesi amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Tabakalı kompozit yapıların alt sınıfı olarak nitelendirilebilen “Fonksiyonel Dereceli Malzemeler” azami düzeyde iki tür malzemenin bir araya gelmesi ile oluşan kompozit yapılardır. Ortaya çıkan yapı ile malzemenin farklı noktalarında değişken özellikler elde edilir. Bu çalışmada fonksiyonel dereceli malzemelerin farklı doluluk oranlarında ve tabakalı yapıdaki formlarının darbe sönümleme etkisi çalışılmıştır. Darbe sönümleme mekanizması olarak ağırlık düşürme testi kullanılmıştır. Sayısal verilerin deneysel verilerle uyumunu tartışmak adına ANSYS-LS DYNA programından yararlanılmıştır. Sayısal analiz çalışmaları yapılırken mühendislik metotlarından olan sonlu elemanlar yönteminden faydalanılmıştır. Bu çalışma kapsamında 3D yazıcıda PET malzeme kullanılarak numuneler oluşturulmuştur. Numunelerin yapımında kartezyen tipi FDM (Birleştirmeli Yığılma Modelleme) teknolojisinin kullanıldığı üç boyutlu yazıcı tercih edilmiştir. 0.4 mm nozzle çapı ile çapı 150 mm olan dairesel plaka şeklinde numuneler üretilmiştir. Max. yazdırma hızı 100 mm/s ve sıcaklığı 230 °C dir. Katman kalınlığı 0,2 mm olacak şekilde lineer dolgu örüntüsüne sahip, tasarımı CATİA V5 programında yapılarak numuneler basılmıştır. Yazıcı marka modeli olarak Creality ender pro 3 temelli, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Makine Mühendisliği laboratuvarında üretilen üç boyutlu yazıcı kullanılmıştır. Program yazılımı olarak dilimleme yazılımı olan Orca Slicer kullanılmıştır.

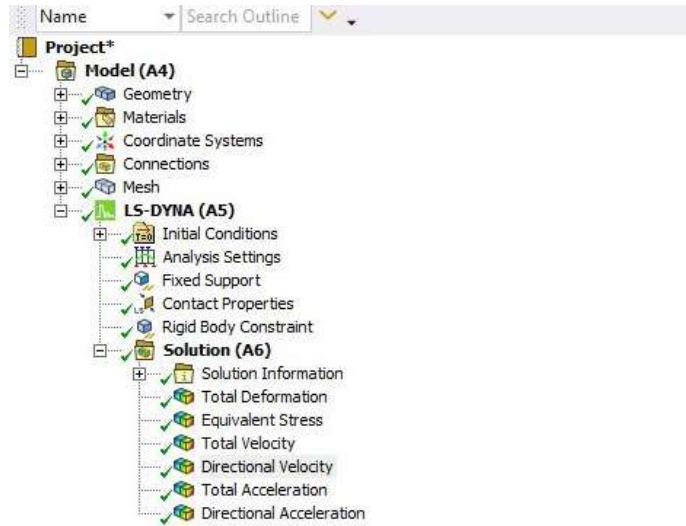
Plaka geometrisi farklı katman yapısına sahip olacak şekilde 3 katmanlı yapı oluşturulmuştur. Her katman 5 mm kalınlığa sahip olarak şekilde farklı doluluklara sahip olarak tasarlanmıştır. %50, %75, %100 doluluğa sahip yarıçapı 75 mm olan dairesel plaka üç katman olarak ve ayrı ayrı her bir dolulukta anizotropik yapılı PET malzemeden üretilmiştir. Yazdırma hızı 100 mm/s olacak şekilde seçilmiştir.

Tablo 1. Yazıcı parametreleri tablosu

Özellik	Parametre
Nozul Çapı	0.4 mm
İlk Katman Kalınlığı	0.2 mm
Dolgu Deseni	Lineer
Üretim Hızı	100 mm/s
Yazdırma Sıcaklığı	230°C

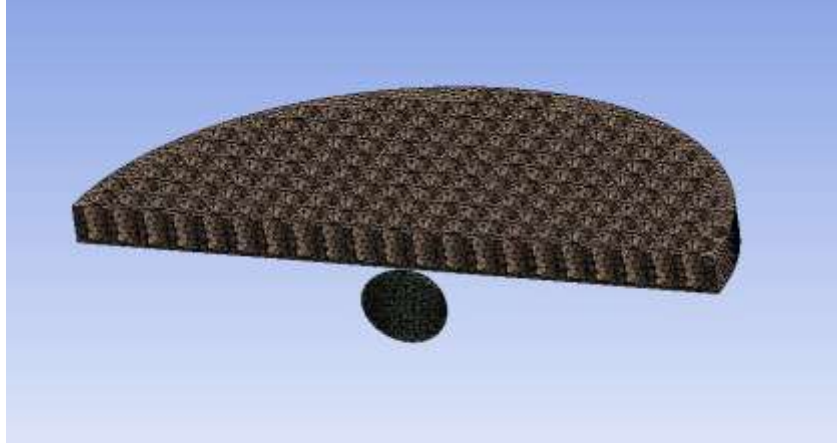
Hazırlanan düzenek için top yüksekliği 1000 milimetredir. Vurucu olarak tayin edilen çelik bilya 20 mm çapında ve 35 gram kütleyle sahiptir. Darbe hızı serbest düşme formülünden hesaplanarak 4428,7 mm/s dir. Numune alt yüzeyden sabitlenmiştir. Deneysel ortamda hazırlanan top düşürme testi kamera sistemi ile kayıt altına alınmıştır. Çelik bilya 1 metre yüksekten bırakılarak veriler elde edilmiştir.

Ansys 21.2 programı LS-DYNA kullanılarak sayısal veriler elde edilmiştir. Catia V5 programında katı tasarımı yapılan numuneler simüle edilmiştir. Mesh boyutları 2 mm olarak seçilmiştir. 2 mm olarak seçilme sebebi ise parça geometrisinin ve iç yapıda oluşturulan silindir şeklinde tasarlanan boşluklu yapıların çaplarının buna uygun olarak hesaplanmasıdır. End Time olarak 0,01 s tanımlanmıştır.



Şekil 1. Simülasyon parametre ağacı gösterimi

Ansys LS-DYNA da yapılan top düşürme testi Explicit Dynamics simülasyonundan sonra düşey ağırlığın geliş ve geri dönüş hızları analiz edilmiştir. Her farklı dolulukta topun hızları değişmektedir.



Şekil 2. Boşluklu numune Ansys Mesh gösterimi

Fonksiyonel dereceli geometriye sahip kompozitlerin düşük darbe hızı altında oluşan enerji sönümlmeleri incelendiğinde literatürde çok fazla çalışma bulunamamıştır. Çalışmalar farklı yönlenmelere sahip kompozitlerle devam etmektedir. Bu sebeple oluşturulan numunelerde standart bir ölçüm tablosu bulunmamaktadır. Bu çalışmada doluluk oranları sırasıyla %100-75-50 ve 3 katmanlı tabakalı geometriye sahip her bir katmanı 5 mm olan ve dolulukları en yoğunundan en az yoğunu olacak şekilde baskısı alınan 4 numune üzerine yapılmıştır. Geri sekme yükseklikleri için 1000 mm yükseklikten bırakılan topun farklı doluluk oranlarına sahip plakalara çarpmasına bakılmıştır. Geri dönüş yükseklikleri manuel olarak ölçülmüştür. 960 kare/saniye çekim özelliğine sahip kamera bir tripod ile top düşürme test düzeneğinin karşısına yerleştirildi ve çarpışmanın video kaydı alındı. Odak noktası çarpma yüzeyinden 30 mm yukarıda belirlenerek bu nokta hizasından bilya geçerken çarpışma sonrası andan itibaren geçen süre tespit edildi.



Şekil 3. Deney düzeneğinde geri sıçrama süresi için kayıt gösterimi

BULGULAR

Model doğrulama çalışmaları sayısal analiz sonuçlarından elde edilen hızlar ile geri sıçrama katsayıları ve enerji sönümlerinin hesaplanmasıyla yapılmıştır. Geri sıçrama katsayısı son hızın ilk hıza oranıyla bulunmuştur.

Enerji sönümleme çarpmadan önceki enerji ve çarpma sonrası kinetik enerjinin hesaplanarak oranlanması ile bulunmaktadır.

Tablo 2. Sayısal analiz sonuçları

	Geliş Hızı mm/s	Gidiş Hızı mm/s	Geri Sıçrama Katsayısı	Enerji Sönümleme Oranı%
%100Dolu Plaka	4428,7	4399,5	0,9934	1,31
%75Dolu Plaka	4428,7	4378,7	0,9887	2,25
%50Dolu Plaka	4428,7	4373,3	0,9875	2,48
Tabakalı Plaka	4428,7	4357,2	0,9848	3,02

Tablo 3. Deney sonuçları

	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5	Ortalama
%100Dolu Plaka	4380,3	4414,1	4367,6	4458,0	4439,5	4411,9
%75Dolu Plaka	4392,7	4408,0	4390,8	4337,3	4358,5	4377,5
%50Dolu Plaka	4349,0	4354,9	4385,2	4382,8	4372,2	4368,8
Tabakalı Plaka	4340,7	4388,1	4326,1	4338,2	4359,1	4350,4

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında farklı doluluk oranına ve tabakalı geometriye sahip malzemelerin iç yapısının darbe sönümleme üzerine olan etkisi incelenmiştir. Bu amaçla 4 numune imalatı üç boyutlu baskı yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Numunelerin doluluk oranları sırasıyla %100 / %75 / %50 olmakla beraber dördüncü numune tabakalı olarak her 5 mm de doluluk oranı değişecek şekilde(%100-75-50) imal edilmiştir. Oluşturulan numuneler 150 mm çapında ve 5 mm kalınlığında, malzeme çeşidi PET olarak çalışılmıştır. Darbe testi olarak top düşürme testi çelik malzemeli bilya ile gerçekleştirilmiştir. Düşük darbe hızlı top düşürme testinde kullanılan vurucu bilya çapı 20 mm ve 1 m yükseklikten bırakılmıştır. Deneysel ve sayısal veriler karşılaştırılarak model doğrulama yapılmıştır. Sayısal simülasyonlar Ansys LS-DYNA programında yapılmıştır. Simülasyon sonuçlarında directional velocity grafikleri analiz edilerek parçanın

geri sıçrama yüksekliği ve enerji sönümlemesi hesaplanmıştır. Düşük hızlı darbe testi ile analiz sonuçları arasındaki uyum değerlendirilmiştir.

Doluluk oranı azaldıkça parçanın geri sıçrama katsayısı düşmektedir. Fakat enerji sönümlmelerine bakıldığında bu oranın arttığı hesaplanmıştır. Tam dolu haldeki geometrinin enerji sönümlemesi %1,31 iken %50 doluluğa sahip plakanın enerji sönümleme oranı %2,48 dir. Tüm bunların yanı sıra tabakalı formda olan geometrinin enerji sönümlemesi %3,02 olarak hesaplanmıştır. Her katmanı farklı doluluk oranına sahip tabakalı yapıya sahip plaka, enerjiyi her bir katmana kademeli olarak iletimini sağlayarak sönümlmeyi daha çok gerçekleştirmektedir. Tabakalı yapı her katmanda enerjiyi dağıtarak daha geniş bir alana yaymaktadır. Böylece darbenin daha efektif şekilde sönümlenmesini sağlamaktadır. Doluluk oranı azaldıkça geri sıçrama katsayısı düşmekte ve enerji sönümlemesi artmaktadır. Bunun temel sebebi, düşük yoğunluğa sahip yapıların darbe enerjisini sönümlerken daha büyük deformasyonlar oluşturmalarından dolayıdır.

Analiz sonuçları göstermektedir ki doluluk oranı azalan bir geometrinin geri sıçrama katsayısı azalmakta ve daha çok darbe sönümlmektedir. Deneysel bulgular sayısal analizle uyumlu çıkmakta ve simülasyon sonuçlarını doğrulamaktadır. Fonksiyonel dereceli tabakalı kompozit yapıların her katmandaki doluluk oranının değişimi, darbe yüklerini sönümleyerek kademeli olarak dağıtmaktadır. Bu sayede daha verimli darbe davranışı göstermektedir.

Tüm bunların yanı sıra çalışmanın aynı tür malzemelerle gerçekleştirilmesi, geometri yapılarının aynı olması çalışmayı belli sınırlar içerisinde yapmayı mecbur kılmaktadır. Sadece PET malzeme kullanılarak yapıyı gerçekleştiren plakaların yanında farklı kompozit yapıya sahip malzemeler de kullanılarak çalışma geniş bir alana yayılımı sağlanabilir. Aynı doluluk oranlarında farklı tip malzemelerin düşük hızlı darbe davranışı incelenebilir. Farklı doluluğa sahip tabakalı kompozit yapıların dinamik davranışlarını ölçmek adına mekanik dayanımına etki eden parametrelerin etkisi üzerine çalışma yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Akın, C., ve Şenel, M., (2010). An Experimental Study Of Low Velocity Impact Response For Composite Laminated Plates. Dumlupınar Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Dergisi. Sayı 21- ISSN- 1302-3055.
- Aktaş, M. ve Karakuzu, R., (2007). Kompozit Plakaların Ağırlık Düşürme Testi Sonrası Basma Mukavemetlerinin Belirlenmesi. MakinaTek, 118, 78-80.
- Apak, K. (2019). PLA Malzemesinden Eklemeli İmalat Yöntemiyle Üretilen Ürünlerin Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Asi, D. (2008). Cam Elyaf Takviyeli Kompozit Malzemelerin Aşınma Performansının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, 4-20, Afyon.
- Bacak, S., Özkavak, H., Tatlı, M. (2021). FDM Yöntemi İle Üretilen PLA Numunelerin Çekme Özelliklerine İşlem Parametrelerinin Etkisinin İncelenmesi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 9(1), 209 – 216.
- Belingardi, G., Vadori, R. (2002). Low Velocity Impact Tests of Laminate Glass- Fiber Epoxy Matrix Composite Material Plates. International Journal of Impact Engineering, 27 213-229.

- Boğa, C. (2016). Analytical and numerical axisymmetric elastic stress analyses of stationary/rotating discs made of isotropic/orthotropic functionally graded materials by the transfer matrix method. Ph.D. Thesis. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Ceyhun, V., & Turan, M. (2003). Tabakalı Kompozit Malzemelerin Darbe Davranışı. Mühendis ve Makine, 516, 35-41.
- Çelebi, A., Demirdal, S., Akbulut, M. (2017). 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilen Polylaktikasit (PLA) Numunelerde Doluluk Oranlarının Mekanik Özelliklere Etkisi. 2. 3b Baskı Teknolojileri Uluslararası Sempozyumu, İstanbul.
- Esendemir, Ü., Caner, A. (2018). Tabakalı Kompozit Malzemelerin Darbe Davranışının Deneysel Olarak İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt 22, Sayı 1, 207-215, 2018.
- Heimbs, S., Heller, S., Middendorf, P., Hahnel, F. ve Weibe, J., (2009). Low Velocity Impact on CFRP Plates with Compressive Preload: Test and Modelling. International Journal of Impact Engineering, 36, 1182-1193.
- Karakoç, S. (2011). Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Modifiye Edilmiş Eşit Genişlikli Dalga Denkleminin Sayısal Çözümleri. Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim Dalı, Malatya.
- Lee, J.K. and Lee, B.K., (2019). In-plane free vibration of uniform circular arches made of axially functionally graded materials. International Journal of Structural Stability and Dynamics, 19(08), p.1950084.
- Sayman, O., Aksoy, S., (2001) Elastic-plastic stress analysis of simply supported and clamped aluminum metal-matrix laminated plates with a hole. Cilt 53, Sayı 3 ,Ağustos-Eylül 2001, Sayfalar 355-364.
- Topal, E. (2014). Kompozit Delikli Kare Levhalarda İki Yönlü Yükleme Altında Mekanik Burkulmalarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Çorum.
- Yapıcı, O. (2012). E-Camı/ Epoksi Tabakalı Kompozitlerde Düşük Hızlı Darbe Davranışının Sonlu Elemanlar Yöntemiyle İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Hatay.
- Yüce, İ., (2007). Dairesel Kompozit Tabakalarda Düşük Hızlı Darbe Hasarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Zhang, J., Bai, P., Yan, C., Liu, S., Wang, X., (2019). Experimental Investigation on Relations Between Impact Resistance and Tensile Properties of Cement-Based Materials Reinforced by Polyvinyl Alcohol Fibers. Appl. Sci. 2019, 9, 4434.
- Zhao, S., Zhao, Z., Yang, Z., Ke, L., Kitipornchai, S. and Yang, J., (2020). Functionally graded graphene reinforced composite structures: A review. Engineering Structures, 210, p.110339.
- Zienkiewicz, ve Cheung, (1967). The Finite Element Method in Structural and Continuum Mechanics, McGraw Hill, New York, USA.

Advantages of Test Vehicle Planning and Optimization in Automotive Projects

Abdullah Alperen KAYA¹

¹E-mail: abdullah.alperenkaya@tofas.com.tr ; TOFAŞ TÜRK OTOMOTİV FABİRKASI A.Ş
Bursa/ Türkiye.

Özet

Otomotiv projeleri sırasında, test araçlarının optimizasyonu ve etkili planlama, başarılı proje yönetimi, maliyet düşürme ve kalite seviyesini artırmak için önemlidir. Test araçları, otomotiv geliştirmede işlevsellik, dayanıklılık, performans ve güvenlik değerlendirmeleri yapmak için vazgeçilmez araçlardır. Ancak, yetersiz planlama ve optimum olmayan kullanım genellikle artan proje maliyetlerine, uzayan zaman çizelgelerine ve azalan verimliliğe yol açar. Daha önce yayınlanmış çalışmalara dayanarak, bu makale departmanlar arası araç tahsisi, zamanlamaya dayalı yeniden kullanım stratejileri ve veri odaklı karar alma gibi yöntemleri araştırmaktadır. Bu planlama ve optimizasyon sayesinde maliyet tasarrufu, azaltılmış yatırım, optimize edilmiş zaman çizelgeleri ve iyileştirilmiş kalite güvencesi gibi önemli faydalar elde edilebilir. Bu makaledeki bulgular, test aracı tahsisinin sistematik optimizasyonunun otomotiv projelerinin sürdürülebilir başarısına önemli ölçüde katkıda bulunduğunu vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Otomotiv Testleri, Test Aracı Planlama, Optimizasyon,

Abstract

During automotive projects, test vehicles' optimization and effective planning are important for successful project management, cost reduction, and increasing quality level. Test vehicles are indispensable tools for conducting functional, durability, performance, and safety assessments in automotive development. However, insufficient planning and suboptimal utilization often lead to increased project costs, extended timelines, and decreased efficiency. Based on previously published studies, this paper explores methods such as cross-department vehicle allocation, scheduling-based reuse strategies, and data-driven decision-making. Through these planning and optimization, important benefits, including cost savings, reduced investment, optimized timelines, and improved quality assurance, can be realized. The findings in this paper underline that systematic optimization of test vehicle allocation significantly contributes to the sustainable success of automotive projects.

Keywords: Automotive Testing, Optimization, Test Vehicle Planning

1. INTRODUCTION

The automotive industry critically relies on test vehicles for functional, durability, performance, and safety assessments during the development of new vehicle models (Kiefl et al., 2022). While these test vehicles are an integral part of the product development cycle, insufficient planning and suboptimal utilization can lead to significant challenges such as increased project costs, extended timelines, and reduced efficiency (Ludwig et al., 2016). Especially given that the production and management of prototype vehicles involve high costs and complex processes, minimizing the number of test vehicles and maximizing the efficient use of existing resources is of strategic importance for the industry (Glos et al., 2022; Ludwig et al., 2014).

In this context, effective planning and optimization of test vehicles play a vital role in successful project management, cost reduction, and quality improvement. Various optimization approaches and methods have been proposed in the literature to overcome the challenges in this area. These include cross-department vehicle allocation, scheduling-based reuse strategies, data-driven decision-making processes (Kiefl et al., 2022), advanced optimization techniques such as quantum annealing (Glos et al., 2022), and Object Petri Net (OPN)-based short-term scheduling algorithms (An et al., 2018). These methods enhance the effectiveness and accuracy of testing processes, enabling early detection and resolution of quality issues.

This paper aims to comprehensively examine the advantages provided by the planning and optimization of test vehicles in automotive projects. The problems caused by inadequate planning and the necessity of optimization will be emphasized, followed by a detailed discussion of various optimization approaches found in the literature and their positive impacts on cost, time, and quality. The findings presented herein demonstrate that the systematic optimization of test vehicle allocation significantly contributes to the sustainable success of automotive projects.

2. STRUCTURE OF AUTOMOTIVE TESTING PROCESSES

In automotive projects, testing processes constitute one of the most critical stages of the new vehicle model development cycle. These processes are indispensable for ensuring that developed vehicles meet functional requirements, comply with durability standards, provide safety performance, and achieve specified consumption/performance targets (Kiefl et al., 2022). When an automotive manufacturer develops a new model or refreshes an existing one, it must undergo hundreds, if not thousands, of tests before the production line and tooling are finalized (Ludwig et al., 2016; Ludwig et al., 2014). This intensive testing program is essential to guarantee the quality, reliability, and regulatory compliance of the final product.

2.1. Different Automotive Test Types and Vehicle Requirements:

Automotive tests are categorized according to their objectives and the characteristics they evaluate, each posing specific vehicle configurations and requirements:

Durability Tests: Measure the vehicle's resistance to long-term use conditions and environmental effects. These tests typically require prototype vehicles to cover thousands of kilometers under severe conditions. For instance, vibration tests simulating dynamic loads experienced over a specific service life or exposure to climatic conditions are included in this category (Kiefl et al., 2022, "Improvement of the Scheduling of Automotive Testing Processes Based on Production Scheduling Methods" section implies such tests are within the scope of planning).

Functional Tests: Verify that all vehicle systems (engine, transmission, electronic systems, infotainment, etc.) operate according to specified requirements. For example, testing heating and air conditioning systems falls into this category (Ludwig et al., 2014).

Safety Tests: Evaluate critical safety features such as vehicle crash performance and the effectiveness of active and passive safety systems. Frontal flat barrier crash tests conducted at 56 km/h serve as an example for this category (Ludwig et al., 2014).

Performance and Consumption Tests: Measure dynamic performance parameters of the vehicle such as acceleration, braking, road handling, and fuel/energy consumption. These tests are typically based on defined driving cycles or dynamometer tests (Kiefl et al., 2022, "Improvement of the Scheduling of Automotive Testing Processes Based on Production Scheduling Methods" section focuses on improving general testing processes, which includes performance tests).

Since each of these tests requires vehicles with specific characteristics, the optimization of test vehicle configurations becomes a complex problem (Glos et al., 2022).

2.2. Key Problems Encountered in Test Vehicle Management:

The main problems encountered in the effective management of test vehicles generally stem from cost, time, and resource constraints:

High Costs: Tests are typically conducted on expensive, custom-made prototype vehicles because new production lines are not yet available (Ludwig et al., 2016; Ludwig et al., 2014). Glos et al. (2022) state that optimizing pre-production vehicle configurations is one of the challenges in the automotive industry, as it is desirable to find the minimum number of vehicles to cover the tests. This implicitly highlights that the construction of prototype vehicles involves significant costs.

Complex Constraints: Test programs involve numerous and complex constraints, such as temporal constraints, calendar constraints, sequencing constraints, resource constraints (test equipment, space, personnel), production rate constraints, and special/destructive test constraints (Ludwig et al., 2016). These constraints make the planning process highly challenging and also encompass the complex configuration requirements of test vehicles (Glos et al., 2022).

Insufficient Planning and Utilization: Inadequate planning and suboptimal vehicle utilization can lead to increased project costs, extended timelines, and decreased overall efficiency (Kiefl et al., 2022). Manual planning processes may be insufficient to effectively manage these complex constraints (Ludwig et al., 2016). An et al. (2018) also indicate that inefficient resource utilization and long turnaround times are problems in vehicle testing systems, which can be reduced through optimized planning.

These problems clearly highlight the necessity of adopting optimization approaches in test vehicle planning and management.

3. PLANNING MANAGEMENT, and OPTIMIZATION APPROACHES FOR TEST VEHICLES

Effective planning, management, and optimization of test vehicles in automotive projects play a central role in achieving the cost, time, and quality objectives of the development process. This section details the fundamental principles of managing test vehicle fleets, the aims of optimization, and the various techniques and software applied to achieve these goals.

3.1. Fundamental Principles of Test Vehicle Planning and Management

Test vehicle planning aims to ensure the most efficient use of resources under complex constraints. This process encompasses a wide range of activities, from determining the number of vehicles to allocation and distribution strategies.

Methods for Determining Vehicle Fleet Size: The size of the test vehicle fleet is determined by considering testing requirements, project timelines, and budget constraints. The objective is to identify the minimum number of vehicles required to cover all necessary tests (Glos et al., 2022). In this process, mathematical optimization techniques such as integer programming and heuristic approaches can be employed to efficiently create test plans with the goal of minimizing prototype vehicle costs (Ludwig et al., 2014; ResearchGate, n.d.-a). Furthermore, determining the appropriate sample sizes (number of test runs) is critical to ensure the statistical reliability of the tests (Federal Highway Administration, 2002).

Test Vehicle Allocation and Distribution Strategies: Effective allocation of test vehicles among different departments, projects, or test centers ensures efficient resource utilization. Cross-functional vehicle utilization and scheduling-based reuse strategies increase overall efficiency by reducing vehicle idle times (Kiefl et al., 2022; Ludwig et al., 2016). These strategies involve the dynamic reassignment of vehicles between different test phases and tasks.

Phase- and Task-Based Test Vehicle Management: Automotive development processes are typically divided into specific phases (e.g., concept, prototype, pre-production), and each phase has unique testing needs. Managing test vehicles according to these phases and specific test tasks ensures that resources are available at the right time and place. This approach is supported by workflows and process control systems that enhance the integration and traceability of testing processes.

3.2. Purpose and Importance of Optimization

Optimization of test vehicles is a fundamental factor for the overall success of automotive projects. The main objectives of optimization are as follows:

Cost Advantages: Reducing test costs and minimizing investment expenses by reducing the number of vehicles. Given the high cost of prototype vehicles, optimization prevents unnecessary vehicle production and associated expenditures (Glos et al., 2022; Ludwig et al., 2016).

Time Advantages: Optimizing project timelines and increasing vehicle availability, thereby reducing delays. Efficient planning enables faster completion of testing processes and a reduction in time-to-market (An et al., 2018; Ludwig et al., 2016).

Quality and Efficiency Advantages: Increasing the effectiveness and accuracy of testing processes, leading to early detection and resolution of quality issues. Optimization enhances test coverage while simultaneously ensuring more efficient use of resources (Kiefl et al., 2022).

3.3. Optimization Techniques and Applications

Various techniques and approaches are employed in test vehicle optimization:

Increasing Utilization Rates: Cross-Functional Vehicle Utilization (Sharing Strategies): Sharing test vehicles among different departments or projects increases overall utilization rates and reduces idle capacity (Kiefl et al., 2022; Ludwig et al., 2016).

Inter-Phase Vehicle Reuse Plans: Reusing vehicles from one test phase, with modifications, in subsequent phases or for different test tasks minimizes the need for new vehicle production.

Data-Driven Decision-Making Processes and Example Applications: Analysis of large datasets such as sensor data, telemetry data, and test results enables more informed decisions in testing processes. This can be applied in areas such as predictive maintenance, improved quality control, and supply chain optimization (Kiefl et al., 2022).

3.3.1. Advanced Optimization Models and Software:

Quantum Annealing: Advanced algorithms like quantum annealing are used to solve complex test vehicle configuration optimization problems. These approaches can handle problems with a large number of variables and constraints more efficiently (Glos et al., 2022).

Object Petri Net (OPN)-Based Approaches: OPN models are utilized for modeling vehicle testing systems and for short-term scheduling optimization. These models can significantly reduce test turnaround times by enabling efficient resource utilization (An et al., 2018).

Heuristic Algorithms: For complex scheduling and optimization problems, specialized tools employing heuristic algorithms, such as "Hotshot," have been developed. These tools offer more efficient solutions in situations where manual planning processes are insufficient (Ludwig et al., 2016; Ludwig et al., 2014).

3.4. Software and Tools Used in Planning and Optimization Processes

Various software and tools play a critical role in the planning and optimization of automotive testing processes:

General Planning and Scheduling Tools: General planning and scheduling software are used to manage the capacity of test centers, plan work orders, and monitor progress (Ludwig et al., 2016). Such tools are designed to ensure the traceability and compliance of testing processes.

Specialized Optimization Software and Platforms: Platforms like D-Wave's constrained quadratic model (CQM) solver are used for quantum annealing-based optimization problems (Glos et al., 2022). Specialized scheduling tools such as "Hotshot" help optimize complex test plans and minimize the number of vehicles required (Ludwig et al., 2016; Ludwig et al., 2014).

4. ADVANTAGES OF TEST VEHICLE OPTIMIZATION FOR PROJECT PROCESSES

Systematic approaches to the planning and optimization of test vehicles provide significant and measurable advantages for automotive development projects. These advantages encompass a wide range, from the project's cost structure to its timelines and the quality of the final product.

4.1. Cost Advantages:

Optimization of test vehicles plays a critical role in reducing project costs and minimizing investment expenditures.

Reduction of Testing Costs: Optimization techniques enable more efficient execution of tests, thereby reducing operational costs. Particularly, optimizing the utilization of expensive prototype vehicles prevents unnecessary test runs and resource waste (Ludwig et al., 2016).

Minimization of Investment Costs through Reduced Vehicle Numbers: The optimization of test vehicle configurations aims to determine the minimum number of vehicles required to meet specific testing demands (Glos et al., 2022). Ludwig et al. (2016) demonstrated that their developed scheduling tool could reduce the required number of vehicles by 12% compared to manual processes. This reduction in the need for new prototype vehicle production leads to substantial investment savings (Ludwig et al., 2014; Ludwig et al., 2016).

4.2. Time Advantages:

Optimization contributes to the effective management of project timelines and the minimization of delays.

Optimization of Project Timelines: Advanced planning and scheduling tools enable the completion of testing processes within tighter and more realistic timelines. This shortens the overall project duration and accelerates time-to-market (Ludwig et al., 2016).

Reduction of Delays through Increased Vehicle Availability: Optimization enhances the utilization rates of test vehicles. An et al. (2018) reported that their Object Petri Net-based approaches could reduce the average test turnaround time by 31%. Such improvements eliminate bottlenecks and waiting times in testing processes, significantly reducing project delays.

5. Conclusion

This paper has comprehensively examined the strategic advantages provided by the planning and optimization of test vehicles in automotive projects. Given the complexity of development processes and the high cost of prototype vehicles, the effective management and optimization of test vehicles emerge as an indispensable element for project success.

Research findings have highlighted key issues such as increased costs, extended timelines, and efficiency losses caused by inadequate planning (Ludwig et al., 2016). To overcome these challenges, the critical importance of optimization techniques such as cross-functional vehicle utilization, inter-phase reuse plans, and data-driven decision-making has been emphasized (Kiefl et al., 2022). Furthermore, advanced optimization models like quantum annealing (Glos et al., 2022) and Object Petri Nets (An et al., 2018) have been shown to provide significant improvements in determining test vehicle configurations and scheduling testing processes.

The advantages of test vehicle optimization for project processes are categorized under three main headings: cost, time, and quality/efficiency. Cost advantages include the reduction of testing costs and investment expenditures through the minimization of vehicle numbers (Glos et al., 2022; Ludwig et al., 2016), while

time advantages encompass the optimization of project timelines and the reduction of delays through increased vehicle availability (An et al., 2018; Ludwig et al., 2016). Quality and efficiency advantages are related to increasing the effectiveness and accuracy of testing processes and the early detection and resolution of quality issues (Kiefl et al., 2022).

In conclusion, the effective planning and optimization of test vehicles not only contribute to achieving project goals but also significantly contribute to the sustainable success of automotive projects. The intelligent utilization of system resources, reduction of waste, and acceleration of development cycles enhance the agility and innovation capacity of companies in the competitive automotive market.

6. REFERENCES

- An, Y., Wu, N., & Chen, P. (2018). Short-term Scheduling of Vehicle Testing System Using Object Petri Net. *IEEE Access*, 6, 2875074.
- Glos, A., Kundu, A., & Salehi, Ö. (2022). Optimizing the Production of Test Vehicles using Hybrid Constrained Quantum Annealing. *arXiv preprint arXiv:2203.15421v1*.
- Kiefl, N., Wulle, F., Ackermann, C., & Holder, D. (Eds.). (2022). *Advances in Automotive Production Technology - Towards Software-Defined Manufacturing and Resilient Supply Chains*. Springer.
- Ludwig, J., Kalton, A., Richards, R., Bautsch, B., Markusic, C., & Jones, C. (2016). Deploying a Schedule Optimization Tool for Vehicle Testing. *Proceedings of the 10th Scheduling and Planning Applications WORKshop (SPARK)*, 44-51.
- Ludwig, J., Kalton, A., Richards, R., Bautsch, B., Markusic, C., & Schumacher, J. (2014). A Schedule Optimization Tool for Destructive and Non-destructive Vehicle Tests. *Proceedings of the Twenty-Eighth AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 2998-3003.

AI Effet on Road Monitoring Camera For SLI Performance At a Passenger Vehicle

Melih Tekin ¹

¹melih.tekin@tofas.com.tr, TOFAS Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., Bursa/Türkiye

Özet

Otomotiv endüstrisinde Gelişmiş Sürücü Destek Sistemleri (ADAS) için artan düzenleme talepleri ile birlikte, bu alanda daha yüksek performans elde etmek bir zorunluluk haline gelmektedir. ADAS'ın bir dalı olan Hız Sınırı Göstergesi (SLI), yol izleme kamerası aracılığıyla trafik hız sınırı işaretlerini tespit ediyor ve sürücüyü görsel ve/veya işitsel olarak uyarıyor. Bu sistemin doğru çalışabilmesi için yol izleme kamerasının verileri doğru bir şekilde alıp dataları zamanında işlemesi gerekmektedir. ADAS'ın performansını gösterebilmesi için hem donanım hem de yazılım optimizasyonlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma, geliştirilmiş AI destekli SLI sisteminin performans etkisini araştırmaktadır. Bursa-İstanbul arasında %30 şehir içi yol tipi, %30 şehir dışı yol tipi %40 otopan yol tipi olmak üzere 400 km'lik belirli bir güzergah üzerinde sürülen iki binek araç kullanılarak karşılaştırmalı bir analiz yapıldı, araçlar aynı saatte, aynı süratle aynı şeritlerde sürüldü. Amaç, yapay zeka entegrasyonunun etkisini göstermektir.

Anahtar Kelimeler: Gelişmiş Sürücü Destek Sistemleri (ADAS), Hız Sınırı Göstergesi (SLI), Akıllı Hız Yardımı (ISA), SLI performansı, Yapay Zeka (AI)

Absract

With increasing regulation demands of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) in the automotive industry, achieving higher performance in it has beme a necessity. One branch of the ADAS, the Speed Limit Indicator (SLI) is detecting traffic speed limit signs through road monitoring camera and alerting the driver through visual and/or audio. In order to perform properly, road monitoring camera must receive data correctly and process it in a timely manner.To provide increasing ADAS performance, both hardware and software optimizations need to improve. This study investigates the performance effect of improved AI supported SLI system.by conducting a comparative analysis using two passenger vehicles operating on a specific 400 km route that route is including %30 urban road type, %30 extraurban road type %40 highway road type between Bursa and Istanbul, vehicles droven the same road lanes at the same hours, at the same speed. The goal is aim to demonstrate the impact of AI integration on SLI performance.

Key Words: Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), Speed Limit Indicator (SLI), Intelligent Speed Assist (ISA), SLI performance, Artificial Intelligence (AI)

GİRİŞ

Gelişmiş Sürücü Destek Sistemleri (ADAS), otomotiv endüstrisinde sürüş güvenliğini artırmak, sürücü üzerindeki yükü hafifletmek ve trafik kazalarını azaltmak amacıyla geliştirilen yüksek teknoloji sistemlerdir. ADAS, otonom sürüşe geçiş sürecinde temel taşlardan biri olarak görülmekte ve özellikle son yıllarda artan regülasyonlar ve kullanıcı beklentileri ile daha da önem kazanmaktadır. Bu sistemler; aracın çevresini, yol durumunu, trafik işaretlerini ve diğer araçların hareketlerini analiz ederek sürücüyü hem bilgilendirmekte hem de gerektiğinde müdahale etmektedir (García et al., 2020).

ADAS'ın önemli bir bileşeni olan Hız Sınırı Göstergesi (SLI), yol üzerindeki hız sınırı levhalarını tespit ederek sürücüyü bilgilendiren veya uyarıcı sinyaller veren bir sistemdir. SLI sistemleri, araç üzerinde bulunan yol izleme kameraları ve görüntü işleme algoritmaları aracılığıyla çalışmakta; sistemin doğruluğu ise büyük ölçüde bu kameraların kalitesine ve işlenen verinin doğruluğuna bağlıdır (Sivaraman & Trivedi, 2013). Günümüzde, bu sistemlerin doğruluğunu artırmak amacıyla yapay zeka (AI) temelli teknolojilerden faydalanılmaktadır.

Yapay zeka, özellikle görüntü işleme alanında derin öğrenme algoritmaları kullanarak geleneksel sistemlere kıyasla çok daha yüksek doğruluk oranları sunmakta, düşük ışık, zorlu hava koşulları gibi çevresel etmenlere karşı daha dayanıklı hale gelmektedir (Huval et al., 2015). Derin öğrenme temelli modeller, hız sınırı levhalarının sadece şeklini değil, bağlamsal olarak çevresiyle ilişkisini de yorumlayabilir (Redmon & Farhadi, 2018). Böylece, AI destekli SLI sistemleri hem daha doğru hem de daha hızlı kararlar verebilmektedir.

Avrupa Birliği, 2022 yılından itibaren yeni üretilen araçlarda Akıllı Hız Yardımı (ISA) sistemlerinin zorunlu hale gelmesini öngören bir düzenleme getirmiştir. Bu sistemler, hız sınırı tespitini otomatikleştirerek sürücüyü hız limiti aşımalarında uyarır veya doğrudan müdahale eder (European Commission, 2022). Bu da SLI sistemlerinin sadece bir opsiyonel güvenlik donanımı değil, aynı zamanda yasal zorunluluk haline gelmesine neden olmuştur.

Bu bağlamda, sistemin performansı yalnızca müşteri memnuniyeti açısından değil, aynı zamanda regülasyonlara uyum açısından da kritik hale gelmiştir. Literatürdeki birçok çalışma, SLI performansını etkileyen başlıca faktörlerin; kamera çözünürlüğü, montaj konumu, görüntü işleme algoritmalarının kalitesi ve karar verme süreçlerinde kullanılan modeller olduğunu vurgulamaktadır (Yurtsever et al., 2020). Ayrıca, Avrupa regülasyonları bu sistemlerin %90'ın üzerinde doğrulukla çalışmasını şart koşmaktadır. Aksi durumda, araç üreticileri cezai yaptırımlarla karşılaşmakta ve tüketici şikayetleri artmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, Bursa-İstanbul güzergahında gerçekleştirilen testi ile biri geleneksel SLI sistemi, diğeri AI desteği ile iyileştirilen SLI sistemine sahip iki binek aracın karşılaştırılması yapılmıştır. Her iki araç, %30 şehir içi, %30 şehir dışı ve %40 otoban olmak üzere 400 km'lik bir rota boyunca aynı saat diliminde, aynı hızda ve aynı şeritte sürülmüştür. Bu yöntemle, yapay zekanın SLI performansına olan etkisi objektif ve karşılaştırmalı biçimde incelenmiştir. AI desteği ile iyileştirmenin sistem performansına olan etkisi ortaya konmuştur.

Elde edilen bulgular, yalnızca mevcut sistemlerin değerlendirilmesine değil, aynı zamanda daha gelişmiş SLI çözümlerinin geliştirilmesine de ışık tutacaktır.

YÖNTEM

Araçların SLI performansı, kıyaslama metodu kullanılarak incelendi. Kıyaslama yapabilmek adına Bursa-İstanbul arası 400km’lik bir loop içerisindeki (başlangıç ve bitiş noktası aynı) rota kullanıldı. Bu rotadaki yol tipleri %30 şehir içi %30 şehirler arası ve %40 otoban olmak üzere ayrıştırıldı. İki binek araç yol boyunca aynı şeritlerde, aynı saat diliminde ve aynı hava koşullarında seyretti. Rota içerisindeki yol tiplerinden dolayı bir çok farklı tipte hız tabelası ile karşılaşıldı. Karşılaşılan bu tabelaların araç tarafından doğru değerlendirilip değerlendirilmediğini görmek için ise aracın CAN hattı ve kameranın ne algıladığını görmek için ise kamera CAN hattı üzerinden datalar incelendi. İncelenen datalar hem araç tipine uygun bulunduğu yolun hız limitine uygunluğu hem de aracın karşılaştığı tabelanın sürücüye zamanında doğru bir şekilde iletildiğini gösterip göstermediği incelendi. Ayrıca araçların yanlış algıladığı tabelalarla toplamda kaç km gittiği hesaplanarak SLI yanlışlarının ne kadar etkide bulunacağı hesaplandı.

BULGULAR

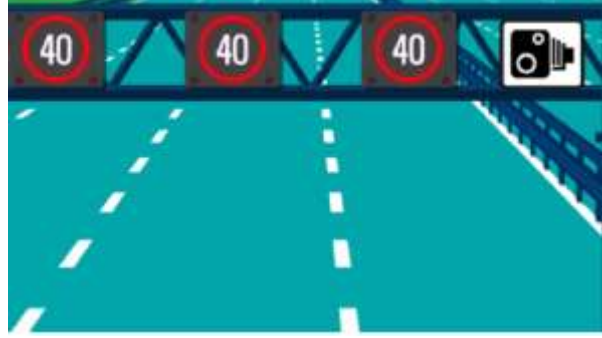
400km’lik rota sonunda analiz edilen veriler araçlar arasında belirli hız tabelalarının doğru algılanmasında farklar olduğu gözlenmektedir. Bu fark Türkiye’ye özgü üçlü hız tabelaları ve 82km/h hız tabelalarında görülmüştür. Değerlendirilmek üzere hız sınırı sonu tabelaları / tüm hız sınırı sonu tabelaları, değişken hız sınırı tabelaları, koşulsuz hız sınırı tabelaları göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca araçların tabelaları yanlış algılamasından dolayı hangi yol tipinde kaç km yanlış hız bildirisi ile yol yaptığı değerlendirilmiştir.



Görsel1.Üçlü Hız Tabeları



Görsel2. Koşulsuz Hız Sınırı Tabelası



Görsel3. Değişken Hız Sınırı Tabelaları



Görsel4. Tüm Yasaklamaların Sonu Tabelası



Görsel5. Hız Sınırı Sonu Tabelası

Tablo 1. Araçların SLI Performansı (Doğru Tabela Algılama Oranları)

	Hız Sınırı Sonu Tabelaları / Tüm Hız Sınırı Sonu Tabelaları	Değişken Hız Sınırı Tabelaları	Koşulsuz Hız Sınırı Tabelaları	Ortalama
Araç A	%71	%88	%82	%80
Araç B	%76	%90	%95	%87

Tablo 2. Araçların SLI Performansı (Yol Tiplerine Göre Doğru Km Gösterme Oranları)

	Şehiriçi Yol Yipi	Şehirlerarası Yol Tipi	Otoyol Yol Tipi	Ortalama
Araç A	%87	%80	%90	%86
Araç B	%92	%88	%90	%91

SONUÇ VE TARTIŞMA

SLI performansları incelendiğinde araçlar arasında AI desteği ile iyileştirmenin şehir içi ve şehirler arası yol tiplerinde iyileştirmeler görülmüştür. Koşulsuz hız limiti tabelalarında %7lik bir doğru algılama oranı artarken özellikle de Türkiye’ye özgü üçlü hız tabelaları ve 82km/h hız tabelalarında. Hız sınırı sonu tabelaları / tüm hız sınırı sonu tabelalarında ise %5lik bir artış gözlenmektedir. Doğru hız bilgisi ile yol katetme durumunda ise şehiriçi %5’lik bir artış, şehirlerarası %8’lik bir artış bulunmaktadır. Bu iyileştirme müşteri gözü ile de fark edilerek sadece fonksiyonel olarak değil aynı zamanda müşteriye de tatmin edecek iyileştirmeler de yapmaktadır.

Kamera çözümü ile beslenen bir SLI sistemi olduğundan tabelaların bulunmadığı yollarda ise herhangi bir hız bilgisi alınamamaktadır. Bu sorunu harita ve GPS sistemine entegre sistemlerle de çözüm bulunabilecektir.

KAYNAKÇA

- García, J., et al. (2020). Survey of intelligent speed assistance systems: Current status and future challenges. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(6), 2457–2470.
- Sivaraman, S., & Trivedi, M. M. (2013). Looking at vehicles on the road: A survey of vision-based vehicle detection, tracking, and behavior analysis. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 14(4), 1773-1795.
- Huval, B., et al. (2015). An empirical evaluation of deep learning on highway driving. *arXiv preprint arXiv:1504.01716*.
- Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An incremental improvement. *arXiv preprint arXiv:1804.02767*.
- European Commission. (2022). Intelligent speed assistance. Retrieved from <https://ec.europa.eu/>
- Yurtsever, E., et al. (2020). A survey of autonomous driving: Common practices and emerging technologies. *IEEE Access*, 8, 58443–58469.

Comparative Analysis of Virgin and Recycled Polymer Grades at the Component Level Using Multiple Characterization Techniques

Selvi Naz Çetin¹ Berkay Cedetas² Büşra Güleç³ Deniz Akay Özyanık⁴

¹E-mail: selvi.nazcetin@tofas.com.tr ; TOFAŞ TÜRK OTOMOTİV FABİRKASI A.Ş
Bursa/ Türkiye.

²E-mail: berkay.cedetas@tofas.com.tr ; TOFAŞ TÜRK OTOMOTİV FABİRKASI A.Ş
Bursa/ Türkiye.

³E-mail: busra.gulec3@tofas.com.tr ; TOFAŞ TÜRK OTOMOTİV FABİRKASI A.Ş
Bursa/ Türkiye.

⁴E-mail: deniz.akayozyanik@tofas.com.tr ; TOFAŞ TÜRK OTOMOTİV FABİRKASI A.Ş
Bursa/ Türkiye.

Özet

Otomotiv endüstrisinde sürdürülebilirliğe artan önemle birlikte, geri dönüştürülmüş plastik malzemelerin kullanımında belirgin bir artış yaşanmaktadır. Bu araştırma, %15 mineral takviyeli bir poliamid 66 (PA66-MD15) malzemenin hem virgin hem de geri dönüştürülmüş versiyonlarının, aynı enjeksiyon kalıplama koşullarında parça haline getirildiklerinde nasıl performans gösterdiğini yakından incelemektedir.

Araştırmanın temel odak noktası, bu malzemelerin kararlılığıdır ki bu özellik otomotiv uygulamaları için kritik öneme sahiptir. Karşılaştırmayı doğru şekilde yapabilmek adına, çeşitli standart testler uygulanmıştır. Bunlar arasında; malzemelerin hızlı sıcaklık değişimlerine verdiği tepkiyi ölçen ısı şok testi, farklı sıcaklık döngülerine karşı davranışlarını gözlemlemek için yapılan termal çevrim testi, farklı koşullarda boyutlarını ne kadar koruyabildiklerini ölçen boyutsal stabilite testi yer almaktadır.

Bu kapsamlı test süreci sayesinde, daha sürdürülebilir araçlar üretmek isteyen OEM'lerin malzeme seçiminde bilinçli kararlar alabilmeleri amaçlanmaktadır. Hedef, çevre dostu olmanın yanı sıra yolda da yüksek performans gösteren tasarımlar için doğru teknik veriyi sağlamaktır.

Anahtar Kelimeler: Geri dönüştürülmüş polimerler, PA66-MD15, otomotiv malzemeleri, termal testler, darbe testleri

Abstract

With more attention being paid to sustainability in the car industry, there's been a noticeable increase in the use of recycled plastic materials. This research takes a closer look at how virgin and recycled versions of a specific type of plastic, 15% mineral reinforced polyamide 66 (PA66-MD15), perform when they're made into components under the same injection molding conditions. What we're really interested in are key factor is how they hold their shape under thermal changes, especially since this is super important for cars. To get a proper comparison, we ran a bunch of standard tests. These included

tests like heat shock testing, where we heat and cool the materials rapidly, thermal cycling to see how they react to temperature changes, and tests for dimensional stability to check if they stay the same size under different thermal conditions. By setting up a solid testing process, this study wants to help people make informed choices when picking materials for building more sustainable vehicles. It's all about getting the right info so that OEMs can move forward with designs that are not just good for the environment, but also perform well on the road.

Keywords: Recycled polymers, PA66-MD15, automotive materials, thermal testing, impact testing

7. INTRODUCTION

As the automotive industry continues to adopt more sustainable manufacturing practices, the integration of recycled polymers into visible, exterior-grade components has become a key area of investigation.

The wide use of PA in the automotive industry is justified by its numerous characteristics, such as its extreme durability, mechanical strength, good stability at high temperatures ($< 130\text{ }^{\circ}\text{C}$), good abrasion resistance, good chemical stability, and resistance to fuel, grease, and oils. In addition, it has an excellent oxygen barrier, provides excellent cost/benefit, and can be recycled.(Kondo vd., 2022)

This study examines the impact of using post-industrial, mechanically recycled PA66 MD15 (polyamide 66 with 15% mineral filler) on paint adhesion and surface quality in injection-molded parts. The focus is on assessing whether recycled material can meet the stringent visual and performance criteria required for exterior applications, particularly those subjected to paint processes.

The component selected for this evaluation is a painted alloy wheel center cover with emblem, designed to clip into the central hole of an automotive wheel. This part serves both a decorative and functional purpose, and any visible defects or paint failures can negatively affect perceived quality. In this study, the only variable is the raw material source either virgin or recycled while all injection molding and paint process parameters remain constant and reflect serial production conditions at the supplier's facility.

Surface quality was assessed through visual inspection, gloss measurements, and orange peel analysis, all conducted on painted, molded parts. These techniques are aligned with standard automotive evaluation methods for cosmetic components.

The motivation behind this investigation is to identify cost-saving opportunities through the use of recycled polymers without compromising the visual and functional requirements of the end product. If successful, this material transition could significantly reduce part purchasing costs while supporting broader environmental objectives. This study provides a practical benchmark for integrating recycled content into high-visibility automotive components, where aesthetic consistency is as critical as structural performance.

8. METHOD

8.1. Material

Polyamide (PA) materials are widely used in the automotive industry, particularly for chassis components. In this study, PA66 MD15 grades—one prime and one containing 75% recycled content—were selected for evaluation. The general properties of both materials are summarized in Table 1.

Tablo 3 Recycle and Prime PA66 MD15 Properties

Property	Method	Unit	Virgin	Recycle
Density	ISO 1183	g/cm ³	1,22	1,22
Moisture Content	ISO 15512	%	<0,2	<0,2
Tensile Module	ISO 527	MPa	3500	3250
Elongation at break	ISO 527	%	>5	>5
Izod impact (notched) at 23°C	ISO 180/1A	kJ/m ²	6	6

8.2. Dimensional Stability Test

Dimensional stability testing is performed to evaluate how well plastic materials maintain their shape and dimensions when exposed to elevated temperatures. In this study, both virgin and recycled PA66 MD15 materials were tested by placing the samples in an oven at 80°C for 24 hours. Measurements were taken before and after the exposure to assess any dimensional changes. The results help determine the suitability of the materials for automotive applications where thermal stability is critical.

	Before The Test (mm)		After The Test (mm)		Final Status (mm)	
Measurements	Virgin	Recycle	Virgin	Recycle	Virgin Delta	Recycle Delta
1	108,34	108,85	108,27	108,19	-0,07	-0,66
2	108,21	108,87	108,05	108,09	-0,16	-0,78
3	108,18	108,9	108	108,21	-0,18	-0,69
4	58,76	59	58,7	58,68	-0,06	-0,32

8.3. Heat Shock Test

Heat shock testing is used to assess the ability of plastic materials to withstand sudden temperature changes without significant deformation or failure. In this study, both virgin and recycled PA66 MD15 materials were subjected to a thermal shock cycle consisting of 1 hour at 95°C followed by cooling to 23°C. This cycle was repeated twice. Dimensional measurements were taken before and after the test to evaluate any changes, providing insight into the material's thermal durability under rapid temperature fluctuations.

	Before The Test (mm)		After The Test (mm)		Final Status (mm)	
Measurements	Virgin	Recycle	Virgin	Recycle	Virgin Delta	Recycle Delta
1	108,3	108,79	108,29	108,35	-0,01	-0,44
2	108,04	108,82	108,05	108,3	0,01	-0,52
3	108,33	108,85	108,11	108,43	-0,22	-0,42
4	58,75	59,15	58,77	58,96	0,02	-0,19

8.4. Thermal Cycle Test

Thermal cycling is a reliability test used to simulate the environmental stresses that materials experience in real-world automotive conditions. It involves exposing materials to repeated temperature extremes to assess their durability, dimensional stability, and potential for cracking or warping over time. In this study, both virgin and 75% recycled PA66-MD15 samples underwent thermal cycling consisting of 4 hours at 80°C, 4 hours at 40°C, and 16 hours at -40°C, repeated over five full cycles. Dimensional measurements were recorded before and after the test to evaluate performance under cyclic thermal stress.

	Before The Test (mm)		After The Test (mm)		Final Status (mm)	
Measurements	Virgin	Recycle	Virgin	Recycle	Virgin Delta	Recycle Delta
1	108,2	108,88	108,13	108,26	-0,07	-0,62
2	108,4	108,71	108,15	108,03	-0,25	-0,68
3	108,23	108,8	108,19	108,03	-0,04	-0,77
4	58,8	59	58,42	58,7	-0,38	-0,3

9. Conclusion

In this study, virgin and 75% recycled versions of mineral-filled polyamide 66 (PA66 MD15) were comparatively evaluated under identical injection molding conditions. All tests were conducted using consistent part geometry and processing parameters to assess whether the recycled material could meet the performance and visual requirements of automotive applications.

Thermal evaluations—including heat shock, thermal cycling, and dimensional stability tests—revealed no significant deformation or failure in either material type. The preservation of dimensional stability under elevated and fluctuating temperatures demonstrates that the recycled PA66 MD15 possesses sufficient thermal durability for automotive environments, where exposure to variable conditions is frequent.

In conclusion, the findings demonstrate that PA66 MD15 with 75% recycled content can be a technically viable replacement for virgin material in automotive parts. This transition supports environmental sustainability without compromising thermal, mechanical, or visual performance criteria.

10. REFERENCES

- [1] Kondo, M., Montagna, L. S., Morgado, G. F. de M., de Castilho, A. L. G., Batista, L. A. P. dos S., Botelho, E. C., Costa, M. L., Passador, F. R., Rezende, M. C., & Ribeiro, M. V. (2022). *Recent advances in the use of Polyamide-based materials for the automotive industry*. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*.
- [2] Mitalova, Z., Dupláková, D., & Mital, D. (2022). *Application of Recycled Plastics in Automotive Industry: A Short Review*
- [3] Zambrano, C., Tamarit, P., Fernández, A. I., & Barreneche, C. (2024). *Recycling of Plastics in the Automotive Sector and Methods of Removing Paint for Its Revalorization: A Critical Review*. *Polymers*, 16(21), 3023.

Otomotiv Uygulamalarında Kullanılan Verniklerde Sararma Sorunu: Nedenleri, İyileştirme Yöntemleri ve Alternatif Çözümler

Nur Yaren Yılmaz¹, Uğur Üzel²

¹E-mail: nur.yarenyapalak@tofas.com.tr ; TOFAS Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. , <https://orcid.org/0009-0001-8310-6286> , Bursa / Türkiye.

²E-mail: Ugur.Uzel@tofas.com.tr ; TOFAS Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. , <https://orcid.org/0000-0001-5819-6841> , Bursa/ Türkiye.

Özet

Otomotiv endüstrisinde, araç dış yüzeylerinin uzun ömürlü estetik korunumu için kullanılan vernikler zamanla sararma eğilimi göstermektedir. Bu sararmalar, hem estetik kaliteyi düşürmekte hem de malzeme güvenilirliği açısından olumsuz bir izlenim yaratmaktadır. Bu bildiride, vernik sararmalarının başlıca nedenleri (UV ışınları, termal yaşlanma, kimyasal etkileşimler) araştırılmış, laboratuvar ölçekli test sonuçları değerlendirilmiş ve sararmayı önlemeye yönelik güncel iyileştirme stratejileri ile alternatif formülasyon önerileri sunulmuştur.

Otomotiv endüstrisinde, araç dış yüzeylerinin uzun ömürlü estetik korunumu için kullanılan vernikler zamanla sararma eğilimi göstermektedir. Bu sararmalar, hem estetik kaliteyi düşürmekte hem de malzeme güvenilirliği açısından olumsuz bir izlenim yaratmaktadır. Bu bildiride, vernik sararmalarının başlıca nedenleri (UV ışınları, termal yaşlanma, kimyasal etkileşimler) araştırılmış, laboratuvar ölçekli test sonuçları değerlendirilmiş ve sararmayı önlemeye yönelik güncel iyileştirme stratejileri ile alternatif formülasyon önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Vernik , termal yaşlandırma , kimyasal bozunma , UV katkı malzemeleri

GİRİŞ

Vernikler (clearcoat), otomotiv boya sistemlerinde son kat olarak uygulanan, genellikle şeffaf polimer bazlı kaplamalardır. Araçların estetik görünümünü artırırken aynı zamanda UV ışınlarına, kimyasal etkilere ve çevresel koşullara karşı da fiziksel koruma sağlar. Ancak zamanla vernik katmanında gözlenen sararma (yellowing), malzemenin hem estetik hem fonksiyonel özelliklerini olumsuz yönde etkiler. Bu çalışmada, vernik formülasyonlarında kullanılan temel bileşenler ve bu bileşenlerin neden sararmaya yatkın olduğu, iyileştirici katkı sistemleri ve alternatif çözümlerle birlikte detaylı şekilde incelenmiştir.

Otomotiv vernik sistemlerinde kullanılan başlıca polimer reçineler, katkılar ve sertleştiriciler, verniğin UV, ısı ve kimyasal dayanımını belirler. Bununla birlikte, bu bileşenlerin yapısal özellikleri, sararmaya olan eğilim üzerinde doğrudan etkilidir.

Başlıca reçine tiplerinden bahsedicek olursak ;

Reçine Türü	Sararma Eğilimi	Notlar
<i>Alifatik Poliüretan</i>	Düşük	Yüksek UV direnci, otomotivde tercih
<i>Aromatik Poliüretan</i>	Yüksek	UV'ye duyarlı, zamanla sararma yapar
<i>Akrilik Reçineler</i>	Düşük-Orta	Modifiye edilerek performansı artırılır
<i>Polyester Reçineler</i>	Orta-Yüksek	UV stabilizer ile desteklenmelidir

Sertleştirici türevi olan aromatik izosiyanatlar sararmaya daha yatkındır. Alifatik izosiyanatlar, UV dayanımı yüksektir ve tercih sebebidir.³

Bu şeffaf kaplamalar, çok katmanlı boya sistemlerinin en dış katmanını oluşturarak, UV ışınları, nem, sıcaklık dalgalanmaları ve kimyasal etkileşimler gibi dış etkenlere karşı yüzeyi korur. Genellikle akrilik, poliüretan veya akrilik-poliüretan hibrit reçine bazlı sistemlerden oluşan bu vernikler, yüksek parlaklık, çizilme direnci ve sararmaya karşı dayanıklılık gibi performans özellikleri hedeflenerek formüle edilmektedir.

Ancak son yıllarda geliştirilen yüksek performanslı katkı sistemlerine rağmen, verniklerde zamanla oluşan sararmalar hâlen sektör için önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bu renk değişimi, sadece görsel kaliteyi düşürmekle kalmaz; aynı zamanda kaplama sisteminin dayanıklılığı ve müşteri algısı üzerinde de olumsuz bir izlenim yaratır.

Bu bağlamda, sararma eğiliminin altında yatan başlıca mekanizmaların (fotooksidasyon, termal bozunma, katkı-matris etkileşimleri vb.) detaylı olarak anlaşılması, daha uzun ömürlü ve stabil formülasyonların geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, çeşitli reçine türlerine sahip vernik sistemleri üzerinde laboratuvar ölçekli hızlandırılmış yaşlandırma testleri (xenon arc, QUV, termal fırınlama vb.) gerçekleştirilmiş, sararma eğilimleri kantitatif ve niteliksel olarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, gelişmiş UV stabilizatörleri, antioksidan sistemler ve yeni nesil hibrit formülasyonlar gibi güncel iyileştirme stratejileri değerlendirilmiş; aynı zamanda sararmayı minimize etmeye yönelik alternatif reçine yapıları ve yenilikçi formülasyon önerileri sunulmuştur.³

YÖNTEM

Otomotiv de boyanın performansını değerlendirmek için yapılan birçok değerlendirme testleri vardır. Bu testler boya katmanları arasında bulunan boyanın uyumluluğunu , process de herhangi bir problemi veya boya katmanlarının kendi içlerindeki performansları da değerlendirmektedir. Vernik sararmasını ölçmek

amacıyla çeşitli testler yapılır. Bu testler, malzemenin maruz kaldığı çevresel koşulları simüle eder ve sararma derecesini objektif bir şekilde değerlendirir.

Öne çıkan test yöntemleri:

1. **Xenon Arc Testi:** UV ışını ve ısıyı simüle edildiği test ile malzemenin dayanıklılığı ölçülür. Bu testte elde edilen verilerle Yellowness Index (YI) ve renk değişimleri analiz edilir.
2. **Termal Yaşlandırma Testi:** Malzemenin yüksek sıcaklıklara maruz bırakılarak sararma eğilimi gözlemlenir.
3. **Kimyasal Etkileşim Testleri:** Farklı kimyasallara maruz bırakılan vernik örneklerinin renk değişimi izlenir.

Yellowness Index (YI), malzemenin sararma derecesini belirlemek için kullanılan yaygın bir ölçüttür. YI'nin artışı, vernik yüzeyindeki sararmayı gösterir

BULGULAR

Aşağıdaki sonuçlar Xenon Arc Testi sonrasında elde edilmiştir. Gerçekleştirilen test 79 gün sürmektedir ve ara kontroller ile ilerlenilmektedir.

Gloss ölçümleri (%60 ve %20) olmak üzere ilk , ara ölçümler ve final ölçümleri arasında ki delta gloss farkı olarak ilerlenmektedir.

İlk negatif sonuç [Fig.1] %25 ara kontrol sırasında fark edildi. Vernik tedarikçisi ile bu konu da görüşülerek UV katkı miktarı arttırılması ve sertleştirici miktarının revize edilmesi konusunda geri dönüşler verilerek iyileştirilmiş numuneler ile test tekrardan başlatıldı [Fig.2][Fig.3].

İyileştirme öncesi ve iyileştirme sonrası test numune örneklerinin görselleri de gloss ölçüm değerleri de şartname isterlerini karşılamakta olup sararma problemini çözümlediğimizi kanıtlamıştır.

%25 iyileştirme öncesi



Figure 12: İyileştirme öncesi numune

- İyileştirilmiş numune (% 25 check)



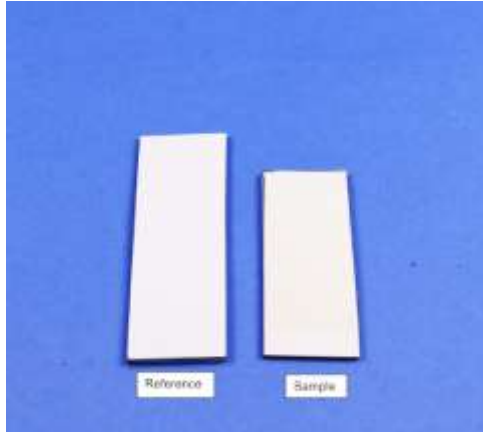
TR10042-01A- Visual check after 1st cycle		
Sample Name	Grey scale Rating	Observations after aging
White color	4	Slight color change More yellow - J

Figure 13 : İyileştirme talep edilen numune %25 kontrol

Table 1 : İyileştirilmiş Numune %25 Gloss ölçümleri

TR10042-01A-Before test						TR10042-01A-After 1st cycle					Gloss Change	
Sample Name	Measurement No	Angle: 60° Initial	Mean	Angle:20°	Mean	Measurement No	Angle: 60° Initial	Mean	Angle:20°	Mean	% change at 60°	% change at 20°
White color	1	94,7	93,78	90,0	88,45	1	95,1	94,70	89,6	89,05	0,96	0,98
	2	92,4		86,9		2	95,0		88,7			
	3	93,8		87,8		3	94,8		90,3			
	4	94,4		89,2		4	93,9		87,8			

- İyileştirilmiş numune (% 50 check)



TR10042-01A- Visual check after 2nd cycle		
Sample Name	Grey scale Rating	Observations after aging
White color	4	Slight color change More yellow - J

Figure 14: İyileştirme talep edilen numune %50 kontrol

Table 2 : İyileştirilmiş numune %50 Gloss Ölçümleri

TR10042-01A-Before test						TR10042-01A-After 2nd cycle					Gloss Change	
Sample Name	Measurement No	Angle: 60° Initial	Mean	Angle:20°	Mean	Measurement No	Angle: 60° Initial	Mean	Angle:20°	Mean	% change at 60°	% change at 20°
White Color	1	94,7	93,78	90,0	88,45	1	96,1	96,10	87,4	86,68	2,48	-2,01
	2	92,4		86,9		2	96,2		86,9			
	3	93,8		87,6		3	96,2		86,1			
	4	94,4		89,3		4	95,9		86,3			

- İyileştirilmiş numune (% 100 final kontrol)



TR10042-01A- Visual check at 3 rd cycle		
Sample Name	Grey scale Rating	Observations after aging
White Color	3/4	Slight color change More yellow - 1

Figure 15: İyileştirme talep edilen numune %100 kontrol

Table 3:İyileştirilmiş numune %100 Gloss Ölçümleri

TR10042-01A-Before test						TR10042-01A-After 3rd cycle					Gloss Change	
Sample Name	Measurement No	Angle: 60° Initial	Mean	Angle:20°	Mean	Measurement No	Angle: 60° Initial	Mean	Angle:20°	Mean	% change at 60°	% change at 20°
White Color	1	94,7	93,78	90,0	88,45	1	94,7	94,78	84,3	84,28	1,07	-4,72
	2	92,4		86,9		2	94,8		86,2			
	3	93,6		87,6		3	95,3		83,4			
	4	94,4		89,3		4	94,3		83,2			

SONUÇ VE TARTIŞMA

Vernik sararması, karmaşık fotokimyasal ve termo-oksidatif süreçlerin sonucudur. Sararma, çoğunlukla fotooksidatif bozunma, termal bozunma ve kimyasal reaksiyonlar sonucu ortaya çıkar. UV ışığı, polimer zincirlerini parçalayan serbest radikaller üretir. Bunun sonucunda oluşan kromofor yapılar, ışığın mavi-mor dalga boylarını soğurarak sarımsı görünüm oluşturur. Ayrıca, termal yaşlanma sırasında polimer yapısındaki bağlar çözülür ve oksidasyon reaksiyonları gerçekleşir, bu da sararmayı hızlandırır.⁵

Öne çıkan sararma nedenleri:

- **UV ışınları:** Vernik yüzeyindeki reçinelerin fotokimyasal bozunması sonucu sararma meydana gelir.
- **Termal yaşlanma:** Yüksek sıcaklıklar, polimer yapısının bozulmasına ve sararmaya yol açar.

Kirleticiler, asidik yağlar veya çevresel koşulların etkisiyle kimyasal bozunmalar sararmayı hızlandır. Alifatik izosiyanat kullanımı, etkili UV stabilizer kombinasyonları ve gelişmiş test protokolleri, otomotiv boyalarında sararmayı azaltmak için önem taşımaktadır. Ayrıca, yeni malzeme seçenekleri ve teknolojilerin sürekli olarak araştırılması, verniklerin ömrünü uzatmaya ve otomotiv sektöründe daha uzun süreli estetik çözümler sunmaya yardımcı olacaktır.¹

Gelecekte de , otomotiv verniklerinin performansını artıracak ve çevresel etkilerini azaltacak alternatif malzeme ve teknoloji çözümlerinin yaygınlaşması beklenmektedir.

Vernik sararmasını azaltmak ve engellemek için birkaç iyileştirme stratejisi kullanılmaktadır. UV Stabilizer ve HALS (Hindered Amine Light Stabilizer) kullanılarak bu iyileştirme sağlanabilmektedir. UV ışınlarını emen stabilizerler kullanılarak, polimer yüzeyindeki fotooksidasyon engellenebilir².

Bu çalışmada da görüleceği üzere yapılan UV katkı iyileştirmesi mevcut durumdan çok daha iyi bir UV testi direnci sağlamıştır[Fig.5]. Bir diğer iyileştirme önerisi olan sertleştirici kullanım miktarının artırılması da değerlendirmeye alınmıştır. Çünkü alifatik izosiyanatlar, UV ışınlarına karşı daha dayanıklıdır ve sararmayı azaltmaktadır[Fig.6]. Nano katkılar da yani Titanyum Dioksit (TiO_2) ve Çinko Oksit (ZnO) gibi nanomalzemeler, UV ışığını emerek sararmayı engeller².



Figure 16: UV katkı miktarı arttırılmadan önce ve UV katkı miktarı arttırılmış test sonrası numune



Figure 17 :

Ayrıca son yıllarda, verniklerin sararmasını engellemek amacıyla daha çevre dostu ve yenilikçi malzeme ve teknoloji yaklaşımları geliştirilmiştir. Bu yeni nesil çözümler, otomotiv endüstrisinde vernik performansını arttırmaya yönelik önemli katkılar sunmaktadır. Su bazlı vernik çözümleri de, alifatik poliüretan sistemler kullanarak daha düşük sararma eğilimleri gösterir ve çevreye daha az zarar verir. VOC (Volatil Organik Bileşikler) emisyonlarını da azaltır.⁴ Ayrıca hibrit sistemler, geleneksel solvent bazlı verniklerin yanı sıra su bazlı sistemlerle de desteklenen, düşük sararma riski taşıyan formülasyonlar sunar.

KAYNAKÇA

1. Aydın, A. ve Yılmaz, H. (2021). *Otomotiv Verniklerinde Sararma ve Çözüm Yöntemleri*. Journal of Automotive Coatings, 23(4), 78-89.
2. Göksu, M. (2020). *UV Stabilizer Kullanımının Vernik Sararması Üzerindeki Etkileri*. Polymer Science, 32(3), 143-151.
3. Smith, J., et al. (2022). *Innovative Coating Solutions: Nano Materials for Automotive Applications*. International Journal of Coatings, 15(2), 202-214.
4. Valet, Andreas. *Light Stabilizers for Paint*. Hannover: Vincentz, 1997.
5. Goldschmidt, Artur, and Streitberger, Hans-Joachim. *BASF Handbook on Basics of Coatings Technology*. Hannover: Vincentz, 2003.

Seam-Weld Fatigue in a Front Suspension Subframe under Braking and Acceleration Loads: An Integrated Experimental–FEA Analysis

Tamer Aydiner¹, Uğurcan Serbest²

1 TOFAŞ Ar-Ge Yeni Yalova Yolu Cad.No:574 Bursa / TÜRKİYE;
Tamer.Aydiner@tofas.com.tr (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6401-5100>)

2 TOFAŞ Ar-Ge Yeni Yalova Yolu Cad.No:574 Bursa / TÜRKİYE
ugurcan.serbest@tofas.com.tr (ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0816-5617>)

Özet

Bu çalışma, bir aracın süspansiyon taşıyıcı yapısındaki kaynak yorulmasına dair kapsamlı bir parametrik inceleme sunmakta olup, sanal simülasyonlar ile fiziksel testleri bir arada ele almaktadır. Otomotiv güvenliği ve performansı açısından kritik bir konu olan dikiş kaynağı yorulması, sonlu elemanlar analizi (FEA) ve deneysel yorulma testleri ile değerlendirilmiştir. Araştırma, özellikle frenleme ve ivmelenme yükleri altındaki ön süspansiyon sisteminin yapısal davranışına odaklanmıştır. Kabuk elemanlar kullanılarak geliştirilen sonlu eleman modelleri, malzeme özellikleri, kaynak geometrileri ve yükleme koşullarını içerecek şekilde titizlikle tasarlanmıştır. Kaynaklı bağlantıların yorulma analizinde model doğruluğunu artırmak amacıyla Fayard'ın yapısal gerilme yaklaşımı kullanılmıştır. Aynı zamanda, özel bir fiktür ve kontrollü çevrimsel kuvvetlerle gerçek dünya yüklemeleri simüle edilerek fiziksel yorulma testleri gerçekleştirilmiştir. Sanal simülasyonların sonuçları, özellikle kaynak ağzı bölgelerinde, deneysel bulgularla yüksek düzeyde bir uyum göstermiştir. Özellikle, her iki test ortamında da hasar bölgeleri ve yorulma ömürleri büyük ölçüde örtüşmekte olup, uygulanan modelleme stratejisinin sağlamlığını doğrulamaktadır. Bu bulgular, kaynaklı otomotiv bileşenlerinde yorulma ömrü tahminini iyileştirmeye önemli katkılar sağlamakta ve simülasyon odaklı tasarımın araç güvenilirliğini artırmadaki rolünü pekiştirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kaynak yorulması, süspansiyon taşıyıcı yapısı, Sonlu Elemanlar Analizi, Yapısal Gerilme Yaklaşımı, otomotiv yorulma testleri

Abstract

This study presents a comprehensive parametric investigation into weld fatigue within the suspension subframe of a vehicle, focusing on both virtual simulations and physical tests. Seam weld fatigue, a critical concern in automotive safety and performance, was evaluated using finite element analysis (FEA) alongside experimental fatigue testing. The research specifically examined the structural behavior of the front suspension system under braking and acceleration loads. Finite element models were meticulously developed using shell elements, incorporating material properties, weld geometries, and loading conditions. To enhance model accuracy, Fayard's structural stress approach was employed for the fatigue assessment of welded joints. Simultaneously, physical fatigue tests were conducted by simulating real-world loading through a custom fixture and controlled cyclic forces. The results of virtual simulations showed strong correlation with experimental outcomes, particularly in the weld toe regions. Notably, the study confirms that the failure locations and fatigue life cycles

closely align across both test environments, validating the robustness of the adopted modeling strategy. These findings contribute significantly to improving fatigue life prediction in welded automotive components and reinforce the role of simulation-driven design in enhancing vehicle reliability.

Keywords: *Weld fatigue, suspension subframe, Finite Element Analysis (FEA), Structural Stress Approach, automotive fatigue testing*

1)INTRODUCTION

In the automotive industry, the structural integrity and fatigue performance of welded joints remain vital parameters that directly influence vehicle safety, durability, and performance. With the growing demand for lighter and more efficient vehicles, the design and material choices in suspension systems have become increasingly complex. One of the most critical components in this context is the front suspension subframe, which must withstand varying dynamic loads during vehicle operation, particularly under braking and acceleration conditions. The subframe connects key suspension elements such as control arms and bushings, and its failure can lead to severe mechanical issues and compromise the overall stability of the vehicle.

Among the various forms of mechanical degradation observed in suspension systems, weld fatigue stands out due to its progressive and often unpredictable nature. Welded joints, especially seam welds, are inherently prone to stress concentrations that act as initiation sites for fatigue cracks. Despite advances in material technology and welding techniques, the accurate prediction and assessment of fatigue life in welded structures remain challenging due to the multi-axial stress states and the complex geometries involved.

This study addresses these challenges by employing a hybrid methodology that integrates both finite element analysis (FEA) and physical fatigue testing. The primary objective is to perform a parametric evaluation of weld fatigue in the suspension subframe and to validate numerical simulations through experimental methods. By focusing on the seam welds in the front suspension subjected to real-world loading conditions, the research aims to identify critical parameters influencing fatigue life and to refine existing predictive models.

Furthermore, the use of Fayard's structural stress method provides a standardized and geometry-independent approach to fatigue analysis, enhancing the reliability of virtual predictions. The correlation between simulated and experimental results offers valuable insights into the failure mechanisms of welded joints and highlights the effectiveness of simulation-driven design in improving automotive component resilience. This study not only contributes to a deeper understanding of fatigue behavior in automotive welds but also supports the development of more robust and efficient vehicle suspension systems.

2)METHOD

2.1 PHYSICAL TEST

In this study, the physical testing phase plays a critical role in validating the numerical models developed to evaluate weld fatigue in the front suspension subframe. The experimental setup was carefully designed to replicate real-world vehicle dynamics, especially those experienced during braking and acceleration. For this purpose, the control arm was firmly mounted using a custom fixture that mimicked the stiffness properties of the actual vehicle subframe.

This setup ensured that the load distribution and boundary conditions closely resembled real operational scenarios, thereby increasing the accuracy and credibility of the experimental results.

The test load was applied via the ball joint connection, precisely aligned with the angle derived from the finite element simulations along the vehicle's X-axis. This angle corresponds to the direction in which the force acts perpendicularly to the load application point emulating the dynamic forces that occur during rapid deceleration or acceleration events. Accurate directional loading is crucial, as it directly affects the stress distribution and fatigue behavior of the welded joints.

A cyclic fatigue loading protocol was employed, where the load was repeatedly applied over predefined intervals. If no visible damage or crack propagation was observed within the expected fatigue life range, the load was increased by 10 percent, and the cycle was resumed. This process was continued iteratively until structural failure occurred. At the point of failure, the crack location was documented and compared against the target fatigue life values defined during the design phase. The test was considered successful if the observed failure occurred at or beyond the required fatigue threshold.

To calculate the cumulative fatigue damage, the well-established Miner's Rule was used. According to this rule, each stress cycle contributes a fraction of damage to the material. The damage from each load level is calculated by dividing the number of applied cycles by the number of cycles that would cause failure at that stress level. When the total damage accumulation reaches or exceeds 1.0, fatigue failure is predicted.[1] This concept is illustrated by the S–N curve (Stress vs. Number of Cycles to Failure), as shown in Figure 2, which graphically represents the expected fatigue life for varying stress amplitudes.

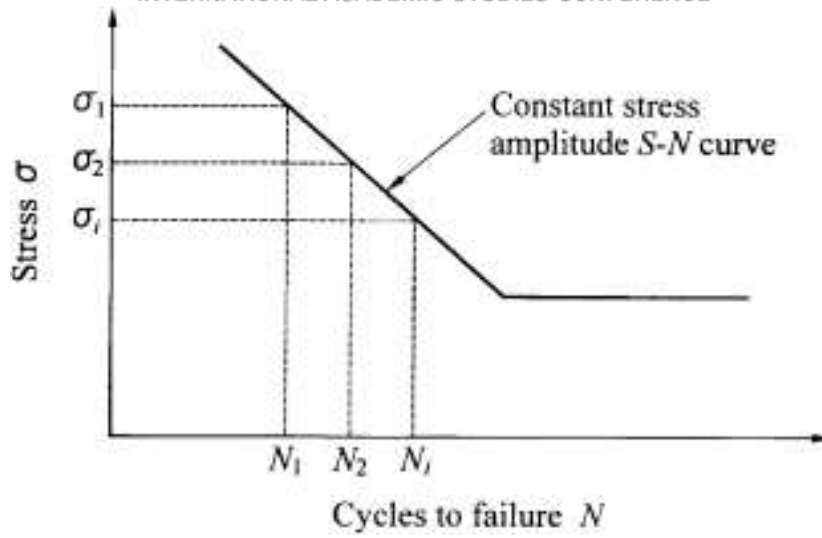


Figure 1. Constant stress amplitude S–N curve used for fatigue life estimation.[2]

The tested components were identical in geometry and material properties to those used in the simulation studies. They were manufactured with slight variations to explore the influence of different design parameters under braking and acceleration scenarios. The physical test results exhibited strong correlation with the simulation outcomes, particularly around the metallic bushing at the body-side connection in the +X direction of the vehicle a critical region consistently identified by the numerical analysis as a likely fatigue initiation zone.

An important indicator of the reliability of the test was the consistent appearance of similar crack patterns in three different specimens, all within a ± 10 percent margin of the fatigue life predicted by simulation. This high level of repeatability not only validates the accuracy of the numerical model but also reinforces the robustness of the experimental methodology. The strong agreement between simulation and physical test results demonstrates the effectiveness of the proposed approach and its potential application in future fatigue evaluations of welded structures in the automotive industry.

2.2 FINITE ELEMENT ANALYSIS

2.2.1. Finite Element Modeling

The fatigue behavior of seam welds in the front suspension system under acceleration and braking loads was investigated using the finite element method (FEM). Initially, a finite element model was developed to replicate the physical test setup, ensuring that the simulated conditions closely matched the experimental environment. Acceleration and braking scenarios were applied to the model to reflect realistic loading conditions. In the modeling phase, data obtained from fatigue testing equipment was integrated into the simulations to improve accuracy and relevance.

To ensure alignment between the virtual and physical test results, multiple iterations and adjustments were made to key model parameters. These modifications were conducted before initiating a broader parametric study of the experimental design.

The developed finite element model incorporated essential components of the suspension assembly, including:

- Front suspension system
- Bushings
- Control arms

Additionally, the model was constructed in compliance with the quality standards defined by all engineering disciplines involved in the system's network structure.

The meshing of the front suspension components was carried out following established modeling guidelines. Linear material properties, such as Young's modulus, density, and Poisson's ratio, were assigned based on the specifications of the materials used.

A rigid body-based test setup was implemented within the FEM framework to simulate realistic structural constraints. Appropriate contact definitions were applied to eliminate unwanted interactions and accurately simulate the effect of applied loads on the welded joints.[3]

2.2.2. Modeling of Welded Connections and Fatigue Evaluation

As seam weld fatigue is the primary focus of this study, achieving high accuracy and detail in weld modeling is essential. The fatigue analysis of welded joints can be conducted using several established methods, with the choice of method depending largely on the type of damage being evaluated and the available geometric and material data.

One widely used technique is the nominal stress approach, which provides a comprehensive fatigue assessment using stress-life (S-N) curves derived from laboratory experiments. In this method, stress ranges are determined based on the overall geometry and cross-sectional properties of the component. It is supported by established engineering standards, such as EUROCODE and the International Institute of Welding (IIW) guidelines.[4]

When detailed weld geometries are not fully available, the structural stress approach becomes more suitable. This method accounts for large-scale stress gradients and captures the non-linear notch effects that are often observed in experimental data. It is particularly useful in cases where weld profiles are simplified or generalized.

In contrast, local stress or strain approaches focus on plastic deformation and localized notch effects in critical regions. These methods are more sensitive to the microstructural variations and heterogeneities introduced during the welding process. As such, they often incorporate residual stresses and potential defects to improve predictive accuracy.

Another advanced technique is the fracture mechanics approach, which examines the growth of fatigue cracks using parameters such as the J-integral or the stress intensity factor (ΔK). This approach allows for the calculation of crack propagation over each load cycle, providing a detailed view of damage evolution.

In this study, the structural stress method developed by Fayard has been adopted. This technique is especially suitable for thin plate welded joints and is designed to estimate the design stress at the weld to the region most susceptible to fatigue cracking. Fayard's methodology employs a thin shell finite element modeling strategy, allowing for an accurate and computationally efficient representation of the welded structure. [4]

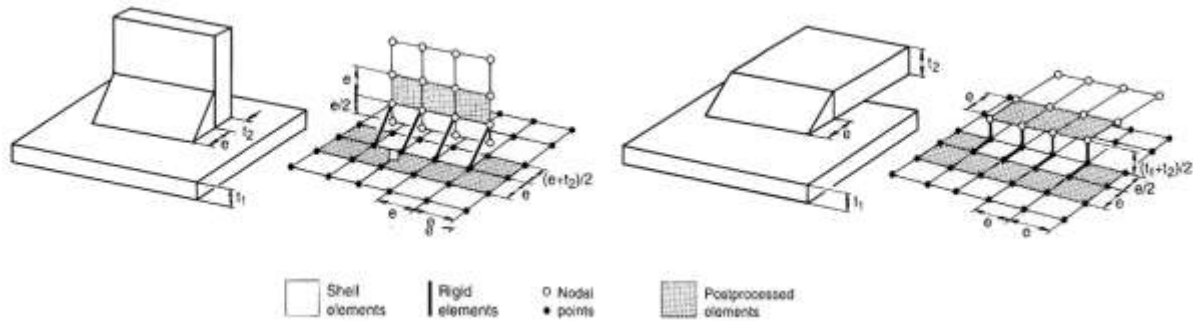


Figure 2. Common welded joints idealization according to Fayard [5]

As shown in Figure 2, different models founded on different notions have been established in the literature. In the current study, Fayard's structural stress methodology was employed. This methodology, specifically developed for thin plate welded joints, targets the calculation of the design stress in the weld toe area by using a thin shell finite element model. [5]

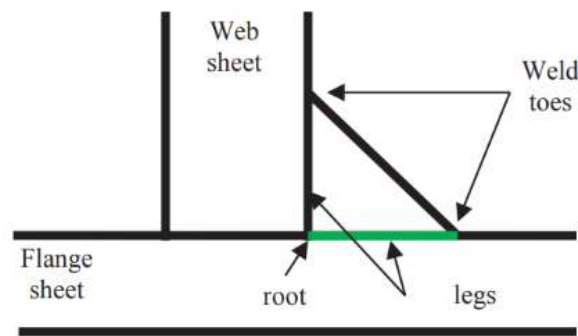


Figure 3. Weld T joint [4]

In the developed finite element model, the welds are idealized as rigid elements to simulate the force transfer between adjacent plates and to accurately represent the localized stiffness characteristics of the weld material. Special attention is given to the displacement behavior to ensure proper alignment within the connection zone, maintaining structural realism in the simulation.

The base plates are modeled using four-node shell elements positioned at their mid-surfaces. As depicted in Figure 3, the mesh element size is deliberately chosen in relation to both the weld leg length and the plate thickness. This design ensures that the Gauss integration point crucial for accurate stress calculation are located precisely at the weld toe, the critical region where fatigue cracks typically initiate.

The fatigue evaluation is carried out using a standardized structural stress S–N curve, which remains applicable regardless of changes in weld geometry or loading configurations. This means that the design stress can be interpreted either as the maximum principal stress amplitude or as a multiaxial equivalent stress, such as one defined by the Dang Van criterion. Furthermore, distinct S–N curves are utilized for high-strength and low-strength steels, enabling a focused analysis of the fatigue behavior specifically at the welded regions.

During the model development phase, detailed representations of the connection elements were constructed to ensure the accuracy of load distribution and stress analysis. The preloading conditions for the fasteners and joints were clearly defined and incorporated into the model, which was essential for achieving meaningful correlations with the experimental test results. After the model was fully assembled, all operational load excluding the preload were applied as cyclic loads, consistent with real-world fatigue scenarios. This loading strategy allowed the assumption that the suspension structure would remain intact and functional up to a certain fatigue cycle threshold, barring any structural failure.

RESULTS & DISCUSSION

As illustrated in Figure 4, a detailed comparison was conducted between the physical test results and the outcomes of the finite element analysis (FEA) to evaluate the model's predictive accuracy regarding weld fatigue. The primary focus of this comparison was to determine the alignment between the actual failure locations observed in the test specimens and the critical stress zones identified through numerical simulations.

The findings demonstrated a remarkably high level of spatial correlation, with nearly 100% agreement in terms of the locations where fatigue cracks were initiated. Specifically, the weld toe region near the metallic bushing in the +X direction consistently emerged as the primary failure site in both the physical and virtual environments. This near-perfect match validates the robustness of the developed finite element model, confirming that it accurately captured the stress distribution and structural behavior under cyclic loading conditions. Such consistency enhances confidence in the simulation's ability to predict where damage is likely to initiate in real-world applications.

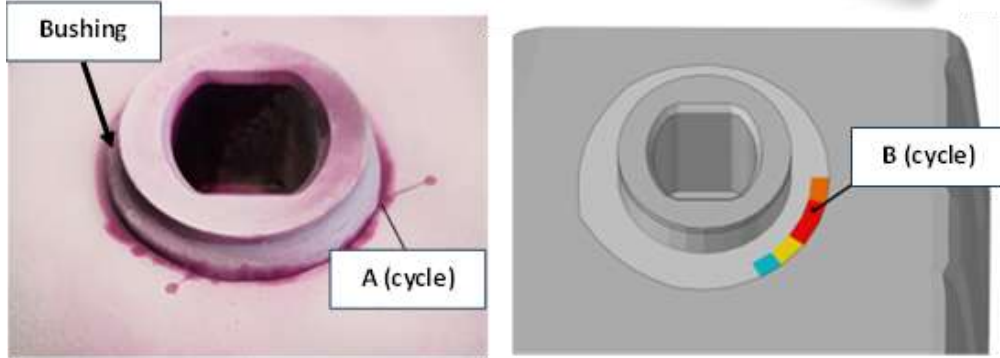


Figure 4. Comparison of the results from the test and finite element analysis.

However, when the comparison was extended to include fatigue life estimation based on the cycle count parameter, often expressed as the ratio of predicted life (B) to actual life (A), the correlation was notably lower. The cycle ratio values revealed a moderate divergence, with the B/A ratio averaging around 80%. This indicates that while the model effectively identified the correct failure locations, it slightly underestimated or overestimated the exact number of cycles to failure for certain cases.

Several factors may contribute to this discrepancy in cycle count prediction. These include variations in material properties between tested specimens, slight inconsistencies in weld geometry, or simplifications made during modeling (such as idealized contact definitions or assumed boundary conditions). Additionally, the inherent limitations of the fatigue model used such as reliance on nominal S–N curves and assumptions about load spectrum consistency could affect the accuracy of life predictions.

Despite these differences, an 80% agreement in fatigue life estimation is still considered highly acceptable in engineering applications, especially for complex welded structures subjected to variable cyclic loads. The high level of positional accuracy combined with reasonably close life predictions demonstrates that the FEA model provides a reliable tool for assessing fatigue performance and guiding design improvements in welded suspension components.

REFERENCES

- [1] Murakami, Y. (2019). Metal fatigue: Effects of small defects and non-metallic inclusions. Butterworth-Heinemann.
- [2] Milne, I., Ritchie, R. O., & Karihaloo, B. (2003). Comprehensive structural integrity. Elsevier.
- [3] Aktaşgil, Z. R., & Aras, F. (2024). A design-based approach to prevent battery damage in side impact analyses for BEV electric vehicles. Proceedings of the 14th International Congress of Scientific Studies, Bursa, Turkey.
- [4] Bennebach, M., Klein, P., & Kirchner, E. (2018). Several seam weld finite element idealizations challenged in fatigue within a French industrial collaborative workgroup. Procedia Engineering, 213, 403–417. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.02.040>
- [5] Turlier, D., Facchinetti, M. L., Wolf, S., Raoult, I., Delattre, B., & Magnin, A. (2018). Seam weld shell element model for thin-walled structure FE fatigue design. MATEC Web of Conferences, 165, 21007. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201816521007>

Farklı Adalardan İzole Edilen Aktinobakterilerin Antimikrobiyal Aktivite ve Bitki Gelişimini Teşvik Etme Yeteneklerinin Belirlenmesi

Betül BAYRAKTAR¹, Salih SARICAOĞLU²

¹E-mail: 24280230@stu.omu.edu.tr; Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Samsun / Türkiye.

²E-mail: salihsaricaoglu@omu.edu.tr; Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Samsun / Türkiye.

Özet

DNA'larında yüksek oranda guanin ve sitozin bulunduran aktinobakteriler antibakteriyel, antiviral, antifungal, antikanser özelliklere sahip sekonder metabolitlerin üretimiyle tanınsa da azot fiksasyonu, indol-3-asetik asit üretimi, siderofor üretimi, amonyak üretimi ve fosfat çözündürme yoluyla bitkilerin gelişimini de teşvik edebilmektedir. Aktinobakteriler ada toprakları da dahil olmak üzere çeşitli karasal ve sucul habitatlarda bulunabilmektedir. Bu çalışmayla Kınalıada, Heybeliada ve Burgazada topraklarından elde edilen ve 16S rRNA gen bölgesi analizlerine göre *Actinomadura*, *Nonomuraea*, *Nocardia*, *Micromonospora* ve *Streptomyces* cinslerine ait olduğu tespit edilen yedi izolatın antimikrobiyal aktivite ve bitki gelişimini artırıcı (PGP) yeteneklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Antimikrobiyal aktivite sonuçlarına göre en geniş spektruma sahip izolatın *Micromonospora* sp. H2F8 olduğu belirlenmiştir. Bitki gelişimini teşvik etme sonuçlarına göre *Micromonospora* sp. K2F72 izolatının azot fiksasyonu yapabildiği ve indol-3-asetik asit (IAA) ve amonyak üretebildiği, *Streptomyces* sp. Z1R34 izolatının ise amonyak üretimi, azot fiksasyonu ve fosfat çözündürme yeteneğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Böylece bu aktinobakterilerin hem antimikrobiyal madde üretimi hem de bitki gelişimi için umut vadettiği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aktinobakteri, Antimikrobiyal Aktivite, Bitki Gelişimini Teşvik Etme

Abstract

Actinobacteria, which are known for their high guanine and cytosine content in their DNA, are recognized for producing secondary metabolites with antibacterial, antiviral, antifungal, and anticancer properties. However, they can also promote plant growth through nitrogen fixation, indole-3-acetic acid production, siderophore production, ammonia production, and phosphate solubilization. *Actinobacteria* can be found in various terrestrial and aquatic habitats, including island soils. This study aimed to determine the antimicrobial activity and plant growth-promoting abilities of seven isolates obtained from the soils of Kınalıada, Heybeliada, and Burgazada, which were identified through 16S rRNA gene region analysis as belonging to the genera *Actinomadura*, *Nonomuraea*, *Nocardia*, *Micromonospora*, and *Streptomyces*. According to the antimicrobial activity results, the isolate with the broadest spectrum was identified as *Micromonospora* sp. H2F8. Based on the plant growth-promoting results, *Micromonospora* sp. K2F72 was found to be capable of nitrogen fixation and producing indole-3-acetic acid and ammonia, while *Streptomyces* sp. Z1R34 demonstrated abilities for ammonia production,

nitrogen fixation, and phosphate solubilization. These findings indicate that these actinobacteria are promising candidates for both antimicrobial compound production and plant growth promotion.

Keywords: Actinobacteria, Antimicrobial Activity, Plant Growth Promotion

GİRİŞ

Günümüzde, hızla artan dünya nüfusunun beslenme ihtiyacı ve patojen mikroorganizmaların neden olduğu hastalıklar, karşı karşıya kalınan en önemli küresel sorunlar arasında yer almaktadır. Bitki büyümesini teşvik etmek ve tarımsal verimliliği artırmak amacıyla yaygın şekilde kullanılan kimyasal gübreler ve pestisitler, çevreye zarar vermelerinin yanı sıra gıda zincirine karışarak insan sağlığı açısından ciddi riskler oluşturmaktadır. Bu nedenle, söz konusu kimyasallara çevre dostu alternatiflerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, mikroorganizmaların biyogübre ve biyokontrol ajanı olarak kullanımına yönelik çalışmalar son yıllarda önemli ölçüde artmıştır (Daniel vd., 2022; Nosheen vd., 2021).

Mikroorganizmalar, fitohormon üretimi, inorganik fosfat çözünürlüğünü artırma, azot fiksasyonu, siderofor üretimi ve 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit (ACC) deaminaz aktivitesi gibi çeşitli mekanizmalar aracılığıyla bitki büyümesini doğrudan veya dolaylı yollarla destekleyebilmektedir. Ayrıca, ürettikleri çeşitli metabolitler sayesinde fitopatojenlere karşı antimikrobiyal etki gösterebilirler. Bu fitopatojenler arasında, domateste solgunluk ve kansere neden olan *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, fasulyede leke hastalığına yol açan *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, patatestte çeşitli hastalıklara neden olan *Fusarium* spp. ve *Rhizoctonia solani* gibi türler öne çıkmaktadır (Arnold vd., 2011; Bekircan Eski ve Darcan, 2023; Gavrilova vd., 2024; Lopes vd., 2021; Yang vd., 2024).

Fitopatojenlerin yanı sıra, insan sağlığı açısından önemli bir diğer patojen grubu da ESKAPE patojenleri olarak bilinen *Acinetobacter baumannii*, *Enterobacter* spp., *Enterococcus faecium*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* ve *Pseudomonas aeruginosa* gibi antibiyotiklere direnç geliştirmiş klinik suşlardır. Antibiyotiklerin aşırı ve bilinçsiz kullanımı ile birlikte mikroorganizmaların adaptasyon yeteneği, bu patojenlerin tedavisini giderek zorlaştırmaktadır. Bu patojenlere karşı etkili yeni biyoaktif bileşiklerin geliştirilmesi yüksek maliyetli ve zaman alıcı bir süreçtir. Ancak, doğal ürün kaynakları arasında yer alan aktinobakteriler, bu sorunun çözümünde önemli bir potansiyele sahiptir (De Simeis ve Serra, 2021; Miller ve Arias, 2024).

Yüksek guanin ve sitozin içeriğine sahip genomlarıyla bilinen aktinobakteriler, biyoaktif doğal bileşik üretimi bakımından zengin bir kaynak olup; kaplıcalar, tuz gölleri, çöller, mağaralar ve ada toprakları gibi farklı çevresel koşullara sahip habitatlarda yaygın olarak bulunmaktadır. Klinik olarak kullanılan antibiyotiklerin yaklaşık üçte ikisinin aktinobakteriler tarafından üretilmesi, bu mikroorganizmaların antimikrobiyal açıdan ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Aktinobakteriler aynı zamanda fitohormon üretimi, fosfat çözünürlüğünü artırma, azot fiksasyonu ve siderofor sentezi gibi mekanizmalar aracılığıyla bitki gelişimini destekleyici özelliklere de sahiptir. Bu çift yönlü biyolojik aktiviteleri sayesinde, hem tarımsal biyogübre ve biyokontrol ajanı olarak hem de yeni antibiyotiklerin keşfi açısından büyük potansiyel taşımaktadır. (Anwar vd., 2016; Barka vd., 2016; Świecimska vd., 2023).

Bu çalışmayla; Heybeliada, Kınalıada ve Burgazada topraklarından elde edilen ve 16S rRNA gen bölgesi analizlerine göre *Actinomadura*, *Nocardia*, *Nonomurea*, *Micromonospora* ve *Streptomyces* cinslerine ait

olduğu belirlenen yedi izolatin antimikrobiyal aktivite ve bitki gelişimini artırıcı yeteneklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

YÖNTEM

Daha önce yapılan çalışmayla 16S rRNA gen bölgesi analizine göre aktinobakteri olduğu belirlenen yedi izolat, antimikrobiyal aktivite ve bitki büyümesini teşvik etme (PGP) özelliklerini belirlemek amacıyla GYM Agar'da 28°C'de yedi gün inkübe edilmiştir (Saricaoglu, 2014; Topkara vd., 2025).

İzolatların Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi

Farklı ada topraklarından izole edilen 7 izolatin, Tablo 1'de verilen 16 farklı patojen mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal aktiviteleri test edilmiştir. Modifiye Bennett Agar'da çoğaltılan kolonilerin üzeri ilk olarak 1.5 mL kloroform ve ardından yarı katı Nutrient Agar ortamında geliştirilen patojen mikroorganizmalarla kaplanmıştır. Klinik patojenler için 37°C'de 48 saat inkübasyonun, fitopatojenler için ise 25°C'de 48 saat inkübasyonun ardından oluşan inhibisyon zonları ölçülüp kaydedilmiştir (Veyisoğlu ve Tatar, 2021; Williams vd., 1983).

Tablo 1. Antimikrobiyal aktivite testlerinde kullanılan patojen mikroorganizmalar

No.	Patojen Mikroorganizmalar
1.	<i>Aspergillus niger</i> ATCC 16404
2.	<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633
3.	<i>Bipolaris sorokiniana</i>
4.	<i>Botrytis cinerea</i>
5.	<i>Candida albicans</i> ATCC 1023
6.	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>
7.	<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212
8.	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
9.	<i>Fusarium equiseti</i>
10.	<i>Fusarium oxysporum</i>
11.	<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 700603
12.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853
13.	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>
14.	<i>Rhizoctonia solani</i>
15.	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923
16.	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>

İzolatların PGP Özelliklerinin Belirlenmesi

PGP potansiyelin belirlenmesi kapsamında; IAA (indol-3-asetik asit) üretimi, siderofor üretimi, amonyak üretimi, fosfat çözündürme ve azot fiksasyonu testleri gerçekleştirilmiştir. Pozitif sonuçlar “iyi (+), orta (++)”, çok iyi (+++)”; negatif sonuçlar ise “(-)” olarak kaydedilmiştir.

İzolatların IAA üretimi testinde L-triptofan (1 mg/mL) içeren SMS ortamında 28°C'de 7 gün süreyle inkübasyona bırakılan izolatlara 2 mL Salkowski reaktifi eklenmiş ve 20 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Oluşan pembe-kırmızı renk, testin pozitif olduğunu göstermektedir (Ali vd., 2009)

Siderofor üretimi testinde LB-CAS Agar içeren petri kaplarına yerleştirilen disklerle emdirilen izolatlar 28°C'de 5 gün inkübe edilmiştir. Disklerin etrafında oluşan turuncu zonlar pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Arora ve Verma, 2017; Schwyn ve Neilves, 1987).

Amonyak üretimi, Cappuccino ve Sherman (2002) tarafından tanımlanan yöntemle test edilmiştir. ISP-2 sıvı besiyerinde (28°C, 7 gün) geliştirilen izolatlar % 4 pepton-su karışımına aktararak 28°C'de 14 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından 1 mL örnek plastik tüplere alınarak 10.000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra süpernatant cam tüplere alınarak üzerine 0.5 mL Nessler reaktifi eklenmiştir. Sarı-kahverengi renk değişimi, amonyak üretimi açısından pozitif olarak değerlendirilmiştir.

Pikovskaya Agar'da 28°C'de 14 günlük inkübasyon sonrasında izolatların etrafında oluşan saydam zonlar fosfat çözündürme yeteneği için pozitif olarak kabul edilirken Ashby Mannitol Agar ve NFC besiyerinde 28°C'de 14 günlük inkübasyonun ardından koloni gelişimi gözlemlenen izolatlar, azot fiksasyonu açısından pozitif olarak kabul edilmiştir (Gaur vd., 1990; Li vd., 2018;).

BULGULAR

Antimikrobiyal aktivite test sonuçlarına bakıldığında *Actinomadura* sp. B2F13 izolatının *Bacillus subtilis* ATCC 6633 patojenine; *Micromonospora* sp. H2F8 izolatının *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 ve *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 patojenlerine; *Streptomyces* sp. Z1R34 izolatının ise *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 patojenine karşı aktivite gösterdiği görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. İzolatların antimikrobiyal aktivite test sonuçları

İzolat	*1	2	3	4
<i>Actinomadura</i> sp. B2F13	20 mm	-	-	-
<i>Nonomuraea</i> sp. H1R4	-	-	-	-
<i>Nocardia</i> sp. H3S3	-	-	-	-
<i>Micromonospora</i> sp. H2F8	-	50 mm	20 mm	20 mm
<i>Micromonospora</i> sp. H3F6	-	-	-	-
<i>Micromonospora</i> sp. K2F72	-	-	-	-
<i>Streptomyces</i> sp. Z1R34	-	-	20 mm	-

*1. *B. subtilis* ATCC 6633, 2. *S. aureus* ATCC 25923, 3. *K. pneumoniae* ATCC 700603, 4. *E. faecalis* ATCC 29212

PGP test sonuçlarına göre *Actinomadura* sp. B2F13 izolatının IAA üretme ve azot fiksasyonu; *Nonomuraea* sp. H1R4 izolatının azot fiksasyonu ve amonyak üretme; *Micromonospora* sp. H2F8 izolatının IAA üretme ve azot fiksasyonu, *Micromonospora* sp. H3F6 izolatının IAA ve amonyak üretme; *Micromonospora* sp. K2F72 izolatının azot fiksasyonu, IAA ve amonyak üretme; *Streptomyces* sp. Z1R34 izolatının azot fiksasyonu, fosfat çözündürme ve amonyak üretme özelliklerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. İzolatların PGP test sonuçları

İzolat	Siderofor Üretimi	IAA Üretimi	Azot Fiksasyonu	Fosfat Çözündürme	Amonyak Üretimi
<i>Actinomadura</i> sp. B2F13	-	+	+	-	-
<i>Nonomuraea</i> sp. H1R4	-	-	++	-	++
<i>Nocardia</i> sp. H3S3	-	-	-	-	-
<i>Micromonospora</i> sp. H2F8	-	+++	+	-	-
<i>Micromonospora</i> sp. H3F6	-	+	-	-	++
<i>Micromonospora</i> sp. K2F72	-	+++	++	-	+
<i>Streptomyces</i> sp. Z1R34	-	-	+++	+	+++

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada; Heybeliada, Kınalıada ve Burgazada topraklarından izole edilen ve 16S rRNA gen bölgesi analizlerine göre *Actinomadura* (B2F13), *Nonomuraea* (H1R4), *Nocardia* (H3S3), *Micromonospora* (H2F8, H3F6, K2F72) ve *Streptomyces* (Z1R34) cinslerine ait olduğu tespit edilen yedi izolatın hem antimikrobiyal aktiviteleri hem de bitki gelişimini teşvik edici özellikleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, bu izolatların tarım ve sağlık alanlarında potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle; antimikrobiyal aktivite testlerine göre en geniş spektrumlu etkiyi gösteren *Micromonospora* sp. H2F8 ve bitki gelişimini teşvik etme testlerinde öne çıkan izolatlar *Micromonospora* sp. K2F72 ve *Streptomyces* sp. Z1R34 dikkat çekmektedir.

Actinomycetota filumunun en çok üyeye sahip cinsi olan *Streptomyces*, derin denizler, mağaralar, hayvan dokuları, bitki rizosferi ve dokuları gibi farklı ortamlardan yaşayabilmektedir. Bu cinsin üyeleri antibiyotikler başta olmak üzere çeşitli antifungal bileşikler, antikanser ajanlar, lignoselüloz parçalayıcı enzimler, fitohormonlar ve bitki büyüme düzenleyiciler, antiparaziter ajanlar, antiviral bileşikler, immünosupresanlar ve pigmentler ürettiği bilinmektedir (Alam vd., 2022; Kaewkla vd., 2022; Krysenko, 2025).

Micromonospora, *Micromonosporaceae* familyası, *Micromonosporales* takımı ve *Actinomycetes* sınıfı içerisinde yer alan en geniş aktinobakteri cinslerinden biridir. Bu cinsten, tip türü olan *Micromonospora chalybeata* dahil olmak üzere tarım toprakları, çöller, böcek dokuları, bitkiler ve denizel sedimanlar gibi ortamlarda yaşayan 100'den fazla geçerli olarak yayımlanmış tür bulunmaktadır. *Micromonospora* suşlarının genomları, antibiyotik, antikanser ve antiviral etkili özel bileşikler ile demir alımıyla ve fitohormon üretimi gibi bitki büyümesini destekleyen biyosentetik gen kümeleri bakımından oldukça zengindir. Örneğin gentamisin, sisomisin, verdamisin, fortimisinler, neomisin ve sagamisin gibi birçok

antibiyotik *Micromonospora* türlerinden elde edilmiştir (Carro ve Oren, 2023; Carro vd., 2024; Nouioui vd., 2025).

Bu çalışmayla elde edilen bulgular da *Micromonospora* ve *Streptomyces* cinsinin sekonder metabolit üretimi konusundaki zenginliğiyle literatürde sıklıkla vurgulanan güçlü antimikrobiyal ve PGP yetenekleriyle uyumludur. Sonuç olarak, bu farklı adalardan elde edilen izolatların biyoteknolojik uygulamalara yönelik gelecek araştırmalar için umut vadeden mikrobiyal kaynaklar arasında yer alabileceği görülmektedir. Böylece, izolatlara ait biyoaktif bileşiklerin kimyasal yapılarının belirlenmesi, genetik analizlerle metabolit üretim yollarının aydınlatılması ve sera/tarla koşullarında uygulama denemeleri yapılması bu mikroorganizmaların pratik kullanımları açısından önemli bir sonraki adımı oluşturmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma, BAP01-2024-5079 proje numarası ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAPKOB) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- Alam, K., Mazumder, A., Sikdar, S., Zhao, Y. M., Hao, J., Song, C., ... & Li, A. (2022). Streptomyces: The biofactory of secondary metabolites. *Frontiers in Microbiology*, 13, 968053.
- Ali, B., Sabri, A. N., Ljung, K., & Hasnain, S. (2009). Auxin production by plant associated bacteria: Impact on endogenous IAA content and growth of *Triticum aestivum* L. *Letters in Applied Microbiology*, 48(5), 542–547. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2009.02565.x>
- Anwar, S., Ali, B., & Sajid, I. (2016). Screening of rhizospheric actinomycetes for various in-vitro and in-vivo plant growth promoting (PGP) traits and for agroactive compounds. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1334. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01334>
- Arnold, D. L., Lovell, H. C., Jackson, R. W., & Mansfield, J. W. (2011). *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*: From ‘has bean’ to supermodel. *Molecular Plant Pathology*, 12(7), 617–627. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00697.x>
- Arora, N. K., & Verma, M. (2017). Modified microplate method for rapid and efficient estimation of siderophore produced by bacteria. *3 Biotech*, 7(6), 381. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-1008-y>
- Barka, E. A., Vatsa, P., Sanchez, L., Gaveau-Vaillant, N., Jacquard, C., Meier-Kolthoff, J. P., Klenk, H. P., Clément, C., Ouhdouch, Y., & van Wezel, G. P. (2016). Correction for Barka et al., Taxonomy, physiology, and natural products of *Actinobacteria*. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 80(4), iii. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00044-16>
- Bekircan Eski, D., & Darcan, C. (2023). Isolation of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*-specific bacteriophages from tomato fields in Turkey and their biocontrol potential. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 33(1), 71. <https://doi.org/10.1186/s41938-023-00717-9>
- Cappuccino, J. G., & Sherman, N. (2002). Microbiology: A laboratory manual. California City, CA: Pearson Education.
- Carro, L., & Oren, A. (2023). Descriptions of *Micromonospora grosourdyae* nom. nov., *Micromonospora sonchi* comb. nov. and *Micromonospora thawaii* sp. nov. to resolve problems with the taxonomy and nomenclature of strains named *Micromonospora endophytica*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 72(12), 005628.

- Carro, L., Golińska, P., Saati-Santamaría, Z., Igual, J. M., Klenk, H. P., & Goodfellow, M. (2024). Atacama desert is a source of new *Micromonospora* strains: Description of *Micromonospora sicca* sp. nov. *Systematic and Applied Microbiology*, 47(5), 126542. <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2024.126542>
- Daniel, A. I., Fadaka, A. O., Gokul, A., Bakare, O. O., Aina, O., Fisher, S., Burt, A. F., Mavumengwana, V., Keyster, M., & Klein, A. (2022). Biofertilizer: The future of food security and food safety. *Microorganisms*, 10(6), 1220. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061220>
- De Simeis, D., & Serra, S. (2021).** *Actinomycetes: A never-ending source of bioactive compounds—An overview on antibiotics production. Antibiotics*, 10(5), 483. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10050483>
- Gaur, A. C. (1990). Phosphate solubilizing microorganisms as biofertilizer. New Delhi: Omega Scientific Publications.
- Gavrilova, O., Orina, A., Trubin, I., & Gagkaeva, T. (2024). Identification and pathogenicity of *Fusarium* fungi associated with dry rot of potato tubers. *Microorganisms*, 12(3), 598. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12030598>
- Kaewkla, O., Sukpanoa, S., Suriyachadkun, C., Chamroensaksi, N., Chumroenphat, T., & Franco, C. M. M. (2022). *Streptomyces spinosus* sp. nov. and *Streptomyces shenzhenensis* subsp. *oryzicola* subsp. nov. endophytic actinobacteria isolated from Jasmine rice and their genome mining for potential as antibiotic producers and plant growth promoters. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 115(7), 871–888.
- Krysenko, S. (2025). Current approaches for genetic manipulation of *Streptomyces* spp.—Key bacteria for biotechnology and environment. *BioTech*, 14(1), 3.
- Li, L., Mohamad, O. A. A., Ma, J., Friel, A. D., Su, Y., Wang, Y., ... & Li, W. (2018). Synergistic plant–microbe interactions between endophytic bacterial communities and the medicinal plant *Glycyrrhiza uralensis* F. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 111, 1735–1748. <https://doi.org/10.1007/s10482-018-1062-4>
- Lopes, M. J. S., Dias-Filho, M. B., & Gurgel, E. S. C. (2021). Successful plant growth-promoting microbes: Inoculation methods and abiotic factors. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 606454. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.606454>
- Miller, W. R., & Arias, C. A. (2024).** ESKAPE pathogens: Antimicrobial resistance, epidemiology, clinical impact and therapeutics. *Nature Reviews Microbiology*, 1–19. <https://doi.org/10.1038/s41579-024-01054-w>
- Nosheen, S., Ajmal, I., & Song, Y. (2021). Microbes as biofertilizers, a potential approach for sustainable crop production. *Sustainability*, 13(4), 1868. <https://doi.org/10.3390/su13041868>

Nouioui, I., Zimmermann, A., Gomez Escribano, J. P., Jando, M., Pötter, G., Neumann-Schaal, M., & Mast, Y. (2025). Taxonomic description of *Micromonospora reichwaldensis* sp. nov. and its biosynthetic and plant growth-promoting potential. *Microbiology Spectrum*, 13(4), e02129-24.

Saricaoglu, S. (2014). *Burgazada, Büyükkada, Heybeliada ve Kınalıada topraklarından aktinomiset izolasyonları ve moleküler tiplendirilmeleri* (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Schwyn, B., & Neilands, J. B. (1987). Universal chemical assay for the detection and determination of siderophores. *Analytical Biochemistry*, 160(1), 47–56. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(87\)90612-9](https://doi.org/10.1016/0003-2697(87)90612-9)

Świecimska, M., Golińska, P., & Goodfellow, M. (2023). Generation of a high quality library of bioactive filamentous actinomycetes from extreme biomes using a culture-based bioprospecting strategy. *Frontiers in Microbiology*, 13, 1054384. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1054384>

Topkara, A. R., Sarıcaoglu, S., & Işık, K. (2025). Isolation, identification and phylogeny of Actinobacteria from island soils using different isolation methods. *Gazi University Journal of Science*, 38(1), 1–1. <https://doi.org/10.35378/gujs.1568577>

Veyisoglu, A., & Tatar, D. (2021). Diversity and antimicrobial activity of culturable actinobacteria isolated from the sediment of Sarıkum Lake. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 35(1), 1136–1146. <https://doi.org/10.1080/13102818.2021.1952898>

Williams, S. T., Goodfellow, M., Alderson, G., Wellington, E. M. H., Sneath, P. H. A., & Sackin, M. J. (1983). Numerical classification of *Streptomyces* and related genera. *Microbiology*, 129(6), 1743–1813. <https://doi.org/10.1099/00221287-129-6-1743>

Yang, X., Zhang, W., Lv, H., Gao, Y., Kang, Y., Wu, Y., Wang, F., Zhang, W., & Liang, H. (2024). Lignin synthesis pathway in response to *Rhizoctonia solani* Kühn infection in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 11(1), 135. <https://doi.org/10.1186/s40538-024-00663-0>

Marmara ve Avşa Adaları'ndan İzole Edilen Nadir Aktinobakterilerin Biyoaktivitelerinin Belirlenmesi

**Betül BAYRAKTAR¹, Ahmet Rıdvan TOPKARA², Salih SARICAOĞLU³, Ali TOKATLI⁴, Kamil
IŞIK⁵**

¹E-mail: 24280230@stu.omu.edu.tr; Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü,
Samsun / Türkiye.

²E-mail: ahmetridvantopkara@karatekin.edu.tr; Çankırı Karatekin Üniversitesi, Dış Hekimliği Fakültesi,
Temel Bilimler Bölümü, Çankırı / Türkiye.

³E-mail: salihsaricaoglu@omu.edu.tr; Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü,
Samsun / Türkiye.

⁴E-mail: alitokatli@karatekin.edu.tr; Çankırı Karatekin Üniversitesi, Teknoloji Transfer Ofisi, Çankırı /
Türkiye.

⁵E-mail: kamilis@omu.edu.tr; Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Samsun /
Türkiye.

Özet

Bacteria domaini içinde en geniş filumlardan biri olan *Actinomycetota* üyeleri enzimler ve antibiyotikler gibi çeşitli metabolitlerin üretimiyle tıp, tarım ve çevre başta olmak üzere çeşitli endüstriler için umut vadeden gram pozitif bakterilerdir. Bu bakteriler, doğal bileşiklerin yaklaşık %70-80'inin üretiminden sorumlu olan en çok türe sahip aktinobakteri cinsi *Streptomyces* ve laboratuvar koşullarında daha düşük izolasyon sıklıkları nedeniyle biyoaktif ürünlerin üretimi için daha az bilinen nadir aktinobakteriler olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Ada toprakları gibi özel ortamlar *Streptomyces* dışı nadir aktinobakterilerin ve dolayısıyla yeni biyoteknolojik öneme sahip bileşiklerin kaynağı olması bakımından oldukça ilgi çekicidir. Bu nedenle, Marmara ve Avşa Adaları'nın topraklarından elde edilen ve 16S rRNA gen bölgesi analizlerine göre nadir aktinobakteri cinsleri olan *Actinomadura*, *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Nocardioidea*, *Pseudonocardia* ve *Saccharopolyspora* cinslerine ait olduğu tespit edilen sekiz izolatin biyoaktivite özellikleri kapsamında antimikrobiyal aktivite ve bitki gelişimini artırıcı yeteneklerinin belirlenmesi bu çalışmayla hedeflenmiştir. Biyoaktivite sonuçlarına göre *Nocardioidea* sp. A3G1 izolatinın en fazla patojene karşı (beş) antimikrobiyal aktivite gösterdiği *Saccharopolyspora* sp. M3H16 izolatinın ise en çok bitki gelişimini teşvik edici (azot fiksasyonu ve amonyak, siderofor, indol-3-asetik asit üretimi) yeteneğe sahip olduğu belirlenmiştir. Böylece bu çalışmayla nadir aktinobakterilerin antimikrobiyal madde üretimi ve bitki gelişimi için potansiyele sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal Aktivite, Bitki Gelişimini Teşvik Etme, Nadir Aktinobakteriler

Abstract

Members of *Actinomycetota*, one of the largest phyla within the *Bacteria* domain, are gram-positive bacteria that hold promise for various industries, especially medicine, agriculture, and the environment, through the production of various metabolites such as enzymes and antibiotics. These bacteria can be divided into two main groups: *Streptomyces*, the most abundant genus of *Actinobacteria*, responsible for the production of about 70-80% of natural compounds, and rare *Actinobacteria*, less known for the production of bioactive products due to their lower frequency of isolation under laboratory conditions. Special environments such as island soils are of great interest as a source of rare *Actinobacteria* other than *Streptomyces* and thus of new compounds of biotechnological importance. Therefore, the aim of this study was to determine the antimicrobial activity and plant growth-promoting ability of eight isolates obtained from the soils of Marmara and Avşa Islands and identified to belong to the rare *Actinobacteria* genus *Actinomadura*, *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Nocardioidea*, *Pseudonocardia*, and *Saccharopolyspora* according to 16S rRNA gene region analysis. According to the bioactivity results, *Nocardioidea* sp. A3G1 isolate showed antimicrobial activity against the highest number of pathogens (five) and *Saccharopolyspora* sp. M3H16 isolate had the highest plant growth-promoting ability (nitrogen fixation and production of ammonia, siderophore, indole-3-acetic acid). Thus, this study demonstrated that rare *Actinobacteria* have the potential for antimicrobial production and plant growth.

Keywords: Antimicrobial Activity, Plant Growth Promotion, Rare *Actinobacteria*

GİRİŞ

Aktinobakteriler olarak bilinen *Actinomycetota* filumu, genellikle tek hücreli ve filamentli bakterileri barındırmaktadır. Bu filumun 1000'den fazla tanımlanmış tür içeren cinsi olan *Streptomyces* klinik olarak kullanılan antibiyotiklerin ~% 50'sinin temelini oluşturan kanser terapötikleri, antifungal bileşikler, immünosupresanlar ve antiparazitik ajanlar olarak da kullanılan özel metabolitler üretmektedir. Bu moleküllerin biyosentezini kodlayan genler tipik olarak biyosentetik gen kümelerinde (BGC'ler) gruplandırılır. Bakteriyel genomlar üzerinde yakın zamanda yapılan bir araştırma, BGC'lerinin yalnızca yüzde üçünün metabolitlerle eşleştirildiğini ortaya koymuştur; bu da keşfedilmeyi bekleyen daha birçok yararlı yol ve kimyasal ürün olduğunu düşündürmektedir (Oren ve Garrity; 2022; Donald vd., 2022).

Aktinobakteriler klinik öneminin yanı sıra son yıllarda bitki büyümesini ve verimini iyileştirmek için uygun mikrobiyal biyogübrelerin ve biyokontrol ajanlarının kullanımını bakımından da umut vadetmektedir. Bu bağlamda aktinobakteriler, çok işlevli aktiviteleriyle besin döngüsünde, toprak kalitesinde, ürün verimliliğinde ve bitki sağlığında rol oynarlar ve bu da onları yalnızca tarım için değil aynı zamanda insanlık için de çevre dostu bir alternatif haline getirir (Boukhatem vd., 2022; Hu vd., 2020)

“Nadir aktinobakteriler” teriminin tanımıyla ilgili farklı görüşler olsa da kapsamlı bir genel bakış sağlamak için *Streptomyces* hariç *Actinomycetes* içindeki tüm cinsler olarak tanımlamak oldukça yaygındır. Bu adlandırma doğadaki bolluklarının bir yansıması değil, *Streptomyces* cinsine kıyasla daha az sıklıkla izole edilmeleri ve nispeten az çalışılmalarından kaynaklanmaktadır. Bu durum muhtemelen daha yavaş büyüme hızlarından (laboratuvar ortamlarında) ve hedefe yönelik izolasyon yöntemlerinin eksikliğinden

kaynaklanmaktadır. Nadir aktinobakteriler arasında *Actinomadura*, *Actinopolyspora*, *Actinoplanes*, *Agromyces*, *Corynebacterium*, *Frankia*, *Gordonia*, *Microbispora*, *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Nocardioide*s, *Pseudonocardia*, *Rhodococcus*, *Saccharomonospora*, *Saccharopolyspora*, *Saccharothrix* ve *Thermobispora* sayılabilir. Yeni antimikrobiyal ajanlar arayışında, çalışmalarımızı az temsil edilen *Streptomyces* dışı aktinobakteri cinsler arasında genişletmek avantajlı görülmektedir (Amin vd., 2020; Azman vd., 2015).

Topkara ve Işık tarafından (2023) Marmara ve Avşa Adaları'nın topraklarından elde edilen ve 16S rRNA gen bölgesi analizlerine göre nadir aktinobakteri cinsleri olan *Actinomadura*, *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Nocardioide*s, *Pseudonocardia* ve *Saccharopolyspora* cinslerine ait olduğu belirlenen sekiz izolatin biyoaktivite özellikleri kapsamında antimikrobiyal aktivite ve bitki gelişimini artırıcı yeteneklerinin belirlenmesi bu çalışmayla hedeflenmiştir.

YÖNTEM

Marmara ve Avşa Adaları'nın topraklarından elde edilen ve 16S rRNA gen bölgesi analizlerine göre nadir aktinobakteri cinsleri olan *Actinomadura*, *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Nocardioide*s, *Pseudonocardia* ve *Saccharopolyspora* cinslerine ait olduğu tespit edilen sekiz izolatin biyoaktivite özellikleri kapsamında antimikrobiyal aktivite ve bitki gelişimini teşvik etme yetenekleri belirlenmiştir (Topkara ve Işık, 2023).

1. Nadir Aktinobakterilerin Bitki Gelişimini Destekleyici Aktivitelerinin Taranması

İzolatların bitki gelişim testleri kapsamında siderofor üretme, indol asetik asit üretme, azot fikse etme, amonyak üretme ve fosfat çözündürme yetenekleri belirlenmiştir. İzolatların indol-3-asetik asit üretimi, Ali vd. (2009) tarafından tanımlanan yöntem kullanılarak belirlenmiştir. İzolatlar GYM Agar'da saf olarak geliştirildikten sonra içinde 20 mL GYM besiyeri bulunan erlenlere aktarılıp çalkalamalı inkübatörde (28 °C, 7 gün) inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda gelişen izolatlardan 1 mL alınarak içinde 20 mL L-triptofan (1mg/mL) bulunan SMS sıvı besiyerine aktarılmış ve çalkalamalı inkübatörde (28° C, 7 gün) geliştirilmiştir. Ardından SMS kültür ortamında gelişen kolonilerden 1 mL alınıp cam tüplere aktarılıp üzerine 2 mL Salkowski reaktifi eklenmiş ve karanlık ortamda 30 dk bekletilmiştir. Pembe-kırmızı renk oluşumu gözlemlenen izolatlar pozitif (iyi: +, orta: ++, çok iyi: +++) pembe-kırmızı renk oluşturmayan izolatlar ise negatif (-) olarak not edilmiştir.

İzolatların siderofor üretimi, Schwyn ve Neilves (1987) tarafından belirlenen ve daha sonra Arora ve Verma (2017) tarafından modifiye edilen LB-CAS Agar kullanılarak disk difüzyon yöntemine göre test edilmiştir. Teste başlamadan önce izolatlar GYM Agar'da saf olarak geliştirilmiştir. Ardından içinde 2 mL GYM besiyeri bulunan cam tüplere aktarılıp vorteks yardımıyla karışım homojen hale getirilmiştir. Daha sonra homojen karışımdan 20 µL alınıp LB-CAS Agara yerleştirilen diskler emdirilmiş ve test organizmalarının bulunduğu petriyerler 28 °C' de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda disklerin etrafında oluşan turuncu zonlar testin pozitiflik derecesini temsilen iyi: +, orta: ++, çok iyi: +++ olacak şekilde tabloya kaydedilmiştir. Turuncu renk oluşturmayan izolatlar ise negatif (-) olarak değerlendirilmiştir.

İzolatların azot fiksasyonu aktivitelerinin bulunup bulunmadığını test etmek amacıyla azot içermeyen iki besi ortamı olan NFC ve Ashby kullanılmıştır. Bu iki besi ortamlarında gelişen izolatlar atmosferik azotu fikse edebiliyor olarak değerlendirilmiştir. İzolatların amonyak üretimi Cappuccino ve Sherman (2002)

tarafından tanımlanan yöntemle göre test edilmiştir. ISP-2 sıvı besiyerinde geliştirilen (28°C, 7 gün) izolatlar pepton-su karışımına aktarılıp 28°C sıcaklıkta 14 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında gelişen kolonilerden 1 mL alınarak eppendorflara aktarılıp 10,000 rpm de 5 dk santrifüj edilmiştir. Son olarak süpernatantlar cam tüpe alınıp üzerine 0.5 mL Nessler reaktifi eklenmiştir. Sarı-kahverengi renk oluşumu gözlenen izolatlar amonyak üretimi için pozitif sonuç olarak kaydedilmiştir.

İzolatların fosfatı çözünürleştirme yetenekleri Pikovskaya Agar (Gaur, 1990) kullanılarak test edilmiştir. GYM Agar'da saf olarak geliştirilen koloniler, içinde 2 mL Ringer çözeltisi bulunan cam şişelere aktarılıp vorteks yardımıyla homojen hale getirilmiştir. Daha sonra, Pikovskaya Agar besiyerlerinin bulunduğu petri beşerli gruplar halinde numaralandırılmıştır. Son olarak, homojen hale getirilen karışımdan 7 µl alınarak işaretli bölgelere aktarılıp petri inkübasyona bırakılmıştır (28°C'de 14 gün). İnkübasyon sonunda kolonilerin çevresinde oluşan açık zon testin pozitif olduğunu göstermektedir.

2. Nadir Aktinobakterilerin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Taranması

Aktinobakteri izolatlarının antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada Williams vd. tarafından 1983 yılında tanımlanan bir örtüleme (overlay) tekniği kullanılmıştır (Veyisoğlu ve Tatar, 2021). Antimikrobiyal aktivite testi ile izolatların 16 patojenin gelişmelerini inhibe etme kabiliyetleri test edilmiştir. GYM Agar kültür ortamında geliştirilen izolatlar içerisinde 2 mL ringer çözeltisi bulunan küçük cam şişelere aseptik koşullarda transfer edilip ardından karışım, otomatik pipet ile (7 µL) alınarak antibiyotik ilavesiz modifiye edilmiş Bennett's Agar besiyerine inoküle edilmiştir. Gelişen koloniler üzerine kolonileri örtecek şekilde kloroform dökülüp kloroformun buharlaşması için petri plaklarının kapağı 40 dk boyunca yarı açık bir şekilde bekletilmiştir. Bu şekilde öldürülen koloniler üzerine, her biri % 0.5' lik agar ilaveli Nutrient Agar ortamında geliştirilen patojen test organizmaları yayma plak yöntemi ile inoküle edilmiştir. İnokülasyonlu plaklar, klinik patojenler için 37°C'de 48 saatlik; fitopatogenler için 25°C'de 48 saatlik inkübasyona bırakılıp sonrasında koloniler etrafında oluşan inhibisyon zonları ölçülmüştür.

BULGULAR

Yapılan çalışma sonrasında bitki gelişimini teşvik etme sonuçlarına göre aktinobakteri izolatlarından; *Saccharopolyspora* sp. M3H16 izolatının indol-3-asetik asit (IAA) üretebildiği, *Nocardia* sp. A4R2, *Nocardioides* sp. A3G1 ve *Saccharopolyspora* sp. M3H16 siderofor üretebildiği, *Nocardioides* sp. A3G1 izolatının fosfatı çözündürebildiği, *Actinomadura* sp. M4C4, *Actinomadura* sp. M2N14, *Actinomadura* sp. M1C40, *Mycobacterium* sp. M1H1, *Nocardia* sp. A4R2 ve *Saccharopolyspora* sp. M3H16 izolatlarının amonyak üretebildiği belirlenmiştir. Azot fiksasyonu sonuçlarına göre ise tüm izolatların NFC ve Ashby besiyerinde büyüme gerçekleştirerek pozitif sonuç elde edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Nadir aktinobakteri izolatlarının bitki gelişimini destekleyici etkilerine yönelik değerlendirme sonuçları

Aktinobakteri İzolatları	Siderofor Üretimi	IAA Üretimi	Azot Fiksasyonu	Fosfat Çözündürme	Amonyak Üretimi
<i>Actinomadura</i> sp. M4C4	-	-	+	-	+
<i>Actinomadura</i> sp. M2N14	-	-	++	-	+++
<i>Actinomadura</i> sp. M1C40	-	-	++	-	+++
<i>Mycobacterium</i> sp. M1H1	-	-	++	-	++
<i>Nocardia</i> sp. A4R2	+	-	++	-	+
<i>Nocardioides</i> sp. A3G1	+	-	++	+++	-
<i>Pseudonocardia</i> sp. A5G2	-	-	++	-	-
<i>Saccharopolyspora</i> sp. M3H16	+++	+	++	-	+

Nadir aktinobakteri cinslerine ait olan *Actinomadura* sp. M4C4, *Actinomadura* sp. M2N14, *Actinomadura* sp. M1C40, *Mycobacterium* sp. M1H1, *Nocardia* sp. A4R2, *Nocardioides* sp. A3G1, *Pseudonocardia* sp. A5G2 ve *Saccharopolyspora* sp. M3H16 suşları ile örtüleme yöntemine göre yapılan antimikrobiyal aktivite testi yapılmıştır. Test için seçilen patojen grubu insan patojeni Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler, insan patojeni fungus ve bitki patojeni mikroorganizmalardan oluşmaktadır. Yapılan antimikrobiyal aktivite testleri sonucunda; *Actinomadura* sp. M2N14, *Mycobacterium* sp. M1H1, *Nocardioides* sp. A3G1 ve *Saccharopolyspora* sp. M3H16 izolatlarının 7 farklı patojen mikroorganizmaya karşı inhibisyon zonu oluşturduğu belirlenmiştir. Test organizmalarının *Candida albicans* ATCC 1023, *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* ve *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* patojenlerine karşı antimikrobiyal aktivitesi tespit edilmemiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Test edilen nadir aktinobakteri izolatlarının patojen mikroorganizmalara karşı oluşturduğu inhibisyon zonu çaplarının (mm) ölçümleri.

Patojen Mikroorganizmalar	Test Edilen Aktinobakteri Suşları							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1-Bacillus subtilis ATCC 6633	-	48	-	14	-	20	-	-
2-Staphylococcus aureus ATCC 25923	-	38	-	-	-	21	-	30
3-Klebsiella pneumoniae ATCC 700603	-	42	-	24	-	-	-	-
4-Escherichia coli ATCC 25922	-	-	-	-	-	15	-	-
5-Enterococcus faecalis ATCC 29212	-	-	-	-	-	-	-	-
6-Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853	-	-	-	-	-	16	-	12
7-Aspergillus niger ATCC 16404	-	30	-	-	-	-	-	-
8-Botrytis cinerea	-	-	-	6	-	20	-	-

Suşlar: 1, Actinomadura sp. M4C4; 2, Actinomadura sp. M2N14; 3, Actinomadura sp. M1C40; 4, Mycobacterium sp. M1H1; 5, Nocardia sp. A4R2; 6, Nocardioides sp. A3G1; 7, Pseudonocardia sp. A5G2; 8, Saccharopolyspora sp. M3H16

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada elde edilen bulgular incelendiğinde, aktinobakterilerin bitki gelişimi üzerine etkileri ve antimikrobiyal ajan olma potansiyelleri bakımından olumlu yönde etkilere sahip oldukları görülmektedir (Tablo1,2). Özellikle Actinomadura, Mycobacterium, Nocardia, Nocardioides, Pseudonocardia ve Saccharopolyspora gibi daha az çalışılmış, ekolojik ve tarımsal açıdan önem arz eden aktinobakteri üyelerinin, bitki büyümesini teşvik eden çeşitli özellikler (örneğin azot fiksasyonu, fosfat çözünürlüğü, indol-3-asetik asit [IAA] ve siderofor üretimi) sergilediği belirlenmiştir.

Khamna vd. (2010) ile Palaniyandi vd. (2013) tarafından yapılan çalışmalara göre, aktinobakteriler tarafından üretilen indol asetik asit (IAA), en yaygın rapor edilen bitki gelişim düzenleyicilerindendir. Doğal olarak oluşan bir oksin olan indol-3-asetik asit (IAA), bitkilerde çeşitli triptofan-bağımlı biyosentez yolları aracılığıyla üretildiği gibi, bazı bakteri ve mantarlar tarafından da sentezlenmektedir (Duca vd., 2014). Oksinlerin birincil formu olan IAA, bitkilerdeki çeşitli hücrel süreçlerin düzenlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. IAA, hücre uzaması ve bölünmesinde etkilidir. Kök tüylerinin oluşumu ve kök boyunun kısa kalması gibi fizyolojik süreçlerde de önemli işlevler üstlenir. Ayrıca, bitkinin besin alım kapasitesini artırdığı bilinmektedir (El-Tarabily vd. 2009a,b). Passari vd. (2017), Micromonospora, Streptomyces, Microbacterium ve Pseudonocardia gibi çeşitli aktinobakteri cinslerinin, bitki gelişimini destekleyen bir fitohormon olan IAA üretebildiğini rapor etmiştir. IAA üretiminin belirlenmesi amacıyla yaptığımız çalışmada 8 aktinobakteri izolatının 7 tanesinde IAA üretimi tespit edilememiş ancak

Saccharopolyspora sp. M3H16 izolatının IAA üretimine sahip olduğu belirlendi. *Saccharopolyspora* sp. M3H16 izolatının IAA üretimi açısından kaynak organizma olarak bir sonraki çalışmalarda kullanılma potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir.

Fosfor, bitki organlarının gelişimini sağlayarak ve hücre büyümesini artırarak çok çeşitli hücresel süreçlerde rol alan önemli bir bileşendir (Ahemad vd., 2014). Topraktaki fosfor (P) içeriği genellikle oldukça düşüktür ve genellikle çözünmeyen metalik kompleksler hâlinde bulunur. Bu nedenle, bitkiler büyümeleri için topraktan yalnızca sınırlı miktarda fosfor alabilmektedir (Hamdali vd., 2008). Aktinobakteriler, çözünmeyen toprak fosforunu asitleştirme ve mineralizasyon yoluyla çözünür hâle getirerek bitkilerin fosfora erişimini kolaylaştırmakta ve böylece bitki büyümesini desteklemektedir (Ezawa vd. 2002; van der Heijden vd. 2008). *Streptomyces*, *Rhodococcus*, *Arthrobacter* ve *Micromonospora* gibi çeşitli aktinobakteri cinslerinin hem in vivo hem de in vitro koşullarda fosfor çözündürme potansiyeline sahip oldukları rapor edilmiştir (Jog vd., 2009). Yaptığımız çalışma verilerine göre; *Nocardioidea* sp. A3G1 izolatının fosfatı çözündürmede oldukça etkili olarak pozitif sonuç verdiği fakat diğer 7 izolatın sonuçlarının negatif olduğu belirlendi.

Sideroforlar, çeşitli mikroorganizmalar tarafından üretilen, demiri çevresel ortamdan bağlayarak hücreye kazandırmak üzere sentezlenen demir-şelatlayıcı sekonder metabolitlerdir. Ferrik (Fe^{3+}) demire karşı yüksek afiniteye sahip olan bu bileşikler, dış ortama salgılanarak çözünür ferrik kompleksler oluşturur ve bu kompleksler mikroorganizmalar tarafından alınabilir. Toprakta genellikle çözünmeyen Fe^{3+} formunda bulunan demirin, bitkiler tarafından alınabilmesi için çözünür Fe^{2+} formuna dönüştürülmesi gerekmektedir (Francis vd., 2010). Aktinobakteriler, Fe^{3+} iyonlarını Fe^{2+} formuna dönüştürerek rizosfer ortamında demirin biyoyararlılığını artırmakta ve siderofor üretimi yoluyla bitkilerin demir alımına yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada; *Nocardia* sp. A4R2, *Nocardioidea* sp. A3G1 ve *Saccharopolyspora* sp. M3H16 izolatlarının siderofor üretimi açısından pozitif değer gösterdiği belirlenmiştir. Bu verilere göre bu 3 izolat bitki gelişim açısından önem taşımakta olup sürdürülebilir tarım çalışmalarında kullanılabilme potansiyeline sahip oldukları belirlenmiştir.

Biyolojik azot fiksasyonu (BNF), doğal gübre üretimi için olası biyolojik alternatiflerden biridir, çevreye ve toprak sağlığına zarar vermeden daha verimli ve sürdürülebilir tarıma yol açabilir. *Rhizobia*, *Agromyces*, *Arthrobacter*, *Corynebacterium* ve *Frankia* gibi serbest yaşayan aktinobakteriler azot bağlayıcı özelliklerinden dolayı, bitkilerin azotu kullanabilmelerinde önemli rol oynarlar (Verma vd., 2015). Verma vd. (2014), Hindistan'ın orta bölgesinde buğday yetiştiriciliği ile ilişkili kuraklığa dayanıklı azot fiksajlı rizosferik aktinobakterileri izole ederek karakterize etmişlerdir. Bu rizosferik aktinobakteriler atmosferik azotu kuraklığın stresi altında sabitlediği rapor edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda farklı cinslere ait 8 aktinobakteri izolatının azot fiksasyonu yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *Actinomadura* sp. M4C4, *Actinomadura* sp. M2N14, *Actinomadura* sp. M1C40, *Mycobacterium* sp. M1H1, *Nocardia* sp. A4R2 ve *Saccharopolyspora* sp. M3H16 izolatlarının amonyak üretim kabiliyetlerine sahip oldukları belirlendi. Bu çalışma sonucunda nadir aktinobakteri cinslerinden olan test mikroorganizmalarının farklı alanlarda ve oranlarda bitki gelişim aktivitelerine sahip oldukları ve başka yapılacak çalışmalarda ve sürdürülebilir tarımsal alanlarda kullanılabilecekleri tespit edilmiştir.

Shah ve arkadaşlarının 2017 yılında yaptığı çalışmada 121 aktinobakteri suşu izole edilmiş ve çeşitli insan patojenlerine karşı antimikrobiyal aktiviteleri açısından taranmıştır. *Streptomyces pratensis* olarak tanımlanan bir aktinomiset suşu, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213'e karşı 0,25 mg/ml ve

Mycobacterium tuberculosis H37Rv suşuna karşı 0,062 mg/ml minimum inhibitör konsantrasyon (MIK) değeriyle anlamlı antimikrobiyal aktivite göstermiştir. *S. pratensis* IIIM06 suşu büyük ölçekte kültürlenmiş ve besiyeri etil asetat ile ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstrakt çeşitli kromatografi tekniklerine tabi tutulmuş ve spektral veri analizlerine dayanarak yapıları aktinomisin C1, aktinomisin C2, aktinomisin C3 ve aktifenol olarak belirlenen dört bileşik izole edilmiştir. Aktinomisin C1, C2 ve C3, hem *S. aureus* hem de *M. tuberculosis*'e karşı güçlü antimikrobiyal aktivite sergilemiştir.

Yaptığımız çalışmada ada topraklarından tanımlanan 8 aktinobakteri izolatu insan patojeni ve bitki patojenlerinden oluşan 16 farklı patojene karşı antimikrobiyal aktivite testine tabi tutulmuştur. Çalışma bulgularına göre (Tablo 2) 4 izolatu patojenlere karşı inhibisyon zonu oluşturduğu, 4 aktinobakteri izolatu ise patojenlere karşı inhibisyon zonu oluşturmadığı tespit edildi. *Actinomadura* sp. M2N14 izolatu; *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 ve *Aspergillus niger* ATCC 16404 patojenlerine karşı inhibisyon zonu oluşturduğu diğer patojenlere karşı zon oluşturmadığı tespit edildi. *Mycobacterium* sp. M1H1 izolatu ise; *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ve *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 patojenlerinin yanı sıra bitki patojeni olana *Botrytis cinerea* türüne karşıda antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirlendi. *Nocardioide* sp. A3G1 izolatu da; *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 insan patojenlerinin yanı sıra *Botrytis cinerea* bitki patojenine karşı inhibisyon zonu oluşturmuştur. Son olarak *Saccharopolyspora* sp. M3H16 izolatu; *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 patojenlerine karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu yapılan analizler sonucunda belirlenmiştir.

Aktinobakterilerin, büyüme düzenleyicileri ve diğer biyolojik bileşiklerin üretimi yoluyla bitki gelişimini teşvik edebildikleri ve antibiyotik üretimi sayesinde biyolojik kontrol etmeni oldukları bilinmektedir. Aktinobakteriler çeşitli mekanizmalar aracılığıyla – besin maddelerinin teminini artırma, indol-3-asetik asit (IAA) ve siderofor üretimi gibi – bitki gelişimini teşvik etmede ve biyokontrol ajanı olarak kullanılmada oldukça değerli kaynaklar olduğu yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. **Aktinobakteriler bitki büyümesini artırmada etkili oldukları için; bu mikroorganizmaların kullanımı, çevre dostu ve organik tarım uygulamaları açısından sürdürülebilir bir alternatif oluşturacak niteliktedir.**

Bu kapsamda elde edilen sonuçlar, söz konusu aktinobakteri cinslerine ait izolatların sürdürülebilir ve çevre dostu tarımsal uygulamalar için potansiyel mikrobiyal kaynaklar olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca çalışmada kullanılan aktinobakteri izolatlarının sahip oldukları patojenite etkilerinin tam olarak hangi düzeyde ve hangi sekonder metabolit kaynaklı olduğunun belirlenmesi amacıyla tüm genom temelli çalışmaların da yapılması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, PYO.FEN.1904.21.006 ve BAP01-2024-5112 numaralı projeler ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAPKOB) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

Ahemad M, Kibret M. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. Journal of King Saud University Science. 2014;26(1):1-20

Amin, D. H., Abdallah, N. A., Abolmaaty, A., Tolba, S., & Wellington, E. M. (2020). Microbiological and molecular insights on rare Actinobacteria harboring bioactive prospective. Bulletin of the National Research Centre, 44, 1-12.

Azman, A. S., Othman, I., Velu, S. S., Chan, K. G., & Lee, L. H. (2015). Mangrove rare actinobacteria: taxonomy, natural compound, and discovery of bioactivity. Frontiers in Microbiology, 6, 856.

Boukhatem, Z. F., Merabet, C., & Tsaki, H. (2022). Plant growth promoting actinobacteria, the most promising candidates as bioinoculants?. Frontiers in Agronomy, 4, 849911.

Donald, L., Pipite, A., Subramani, R., Owen, J., Keyzers, R. A., & Taufa, T. (2022). Streptomyces: Still the Biggest Producer of New Natural Secondary Metabolites, a Current Perspective. Microbiology Research, 13(3), 418-465. <https://doi.org/10.3390/microbiolres13030031>

Duca D, Lorv J, Patten CL, Rose D, Glick BR. Indole-3-acetic acid in plant–microbe interactions. Antonie Van Leeuwenhoek. 2014;106(1):85-125

El-Tarabily KA, Nassar AH, Hardy G, Sivasithamparam K. Plant growth promotion and biological control of *Pythium aphanidermatum*, a pathogen of cucumber, by endophytic actinomycetes. Journal of Applied Microbiology. 2009b;107:672-681

El-Tarabily KA, Nassar AH, Hardy GES, J. and Sivasithamparam, K. Plant growth promotion and biological control of *Pythium aphanidermatum*, a pathogen of cucumber, by endophytic actinomycetes. Journal of Applied Microbiology. 2009a;106(1):13-26

Ezawa TS, Smith SE, Smith FA. P metabolism and transport in AM fungi. Plant and Soil. 2002;244:221-230

Francis I, Holsters M, Vereecke D. The gram-positive side of plantmicrobe interactions. Environmental Microbiology. 2010;12(1):1-12

Hamdali H, Bouizgarne B, Hafidi M, Lebrihi A, Virolle MJ, Ouhdouch Y. Screening for rock phosphate solubilizing *Actinobacteria* from Moroccan phosphate mines. Applied Soil Ecology. 2008;38(1):12-19

Hu, D., Sun, C., Jin, T., Fan, G., Mok, K. M., Li, K., & Lee, S. M. Y. (2020). Exploring the potential of antibiotic production from rare actinobacteria by whole-genome sequencing and guided MS/MS analysis. Frontiers in Microbiology, 11, 1540.

Jog R, Pandya M, Nareshkumar G, Rajkumar S. Mechanism of phosphate solubilization and antifungal activity of *Streptomyces* spp. isolated from wheat roots and rhizosphere and their application in improving plant growth. Microbiology. 2014;160(4):778-788

Khamna S, Yokota A, Peberdy J, Lumyong S. Indole-3-acetic acid production by *Streptomyces* sp. isolated from Thai medicinal rhizosphere soils. Eur Asian Journal of Biosciences. 2010;4:23-32

Oren A, Garrity GM. Notification that new names of prokaryotes, new combinations, and new taxonomic opinions have appeared in volume 71, part 10 of the IJSEM. Int J Syst Evol Microbiol. 2022 Feb;72(1). doi: 10.1099/ijsem.0.005165. PMID: 35108177.

Palaniyandi S, Yang SH, Damodharan K, Suh JW. Genetic and functional characterization of culturable plant-beneficial actinobacteria associated with yam rhizosphere. Journal of Basic Microbiology. 2013;53(12):985-995

Passari AK, Mishra VK, Singh G, Singh P, Kumar B, Gupta VK, et al. Insights into the functionality of endophytic actinobacteria with a focus on their biosynthetic potential and secondary metabolites production. Scientific Reports. 2017;7(1):11809

Shah, A. M., Hussain, A., Mushtaq, S., Rather, M. A., Shah, A., Ahmad, Z., ... & Hassan, Q. P. (2017). Antimicrobial investigation of selected soil actinomycetes isolated from unexplored regions of Kashmir Himalayas, India. Microbial Pathogenesis, 110, 93-99.

Topkara, A. R., & Işık, K. (2023). Biodiversity of Actinobacteria Isolated from Marmara and Avşa Islands in Türkiye. Black Sea Journal of Engineering and Science, 6(4), 502-521. <https://doi.org/10.34248/bsengineering.1355194>

van der Heijden MGA, Bardgett RD, van Straalen NM. The unseen majority: Soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. Ecology Letters. 2008;11(3):296-310

Verma, P. Yadav, A. N. Kazy, S. K. Saxena, A. K. and Suman, A. 2014. Evaluating the diversity and phylogeny of plant growth promoting bacteria associated with wheat (*Triticum aestivum*) growing in central zone of India. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 3:5, 432-447.

Verma, P. Yadav, A. N. Khannam, K. S. Panjiar, N. Kumar, S. Saxena, A. K. and Suman, A. 2015. Assessment of genetic diversity and plant growth promoting attributes of psychrotolerant bacteria allied with wheat (*Triticum aestivum*) from the northern hills zone of India. Annals of Microbiology, 65:4, 1885-1899.

Veyisoglu, A., & Tatar, D. (2021). Diversity and antimicrobial activity of culturable actinobacteria isolated from the sediment of Sarikum Lake. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 35(1), 1136-1146.

Williams ST, Goodfellow M, Alderson G, et al. Numerical classification of *Streptomyces* and related genera. J Gen Microbiol. 1983;129(6):1743–1813.

Impact of Regenerative Braking-Oriented One Pedal Driving on Vehicle Dynamic Performance

Ebrunur Fidan¹, Prof. Dr. Murat Yazıcı²

¹E-mail: ebrunur.fidan@tofas.com.tr; Uludağ University, Automotive Eng. Dep., Bursa / Türkiye.

²E-mail: myazici@uludag.edu.tr; Applied Mechanics and Advanced Materials Research Group (AMAMRG) Lab., Automotive Eng. Dep., Bursa / Türkiye

Özet

One Pedal Driving (OPD) is a control strategy in electric vehicles that allows acceleration and deceleration with a single pedal. It improves energy efficiency and driver comfort by integrating regenerative braking, which converts kinetic energy into electrical energy during deceleration, reducing the need for conventional braking.

This study examines one-pedal driving performance under different road slopes and vehicle speeds. One-pedal driving also improves ride comfort and longitudinal stability by providing smooth deceleration. One-pedal driving enhances vehicle stability and comfort by reducing abrupt transitions between acceleration and braking, making it a key technology in modern EV design for sustainability, efficiency, and advanced dynamics.

Keywords: One Pedal Driving, Ride Comfort, Regenerative Braking, Energy Recovery, Brake Wear

Abstract

Tek Pedallı Sürüş (One Pedal Driving - OPD), elektrikli araçlarda hızlanma ve yavaşlamanın tek bir pedal ile kontrol edilmesini sağlayan bir sürüş stratejisidir. Bu sistem, yavaşlama sırasında kinetik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren rejeneratif frenleme entegrasyonu sayesinde enerji verimliliğini ve sürücü konforunu artırır; böylece geleneksel fren sistemine olan ihtiyacı azaltır. Bu çalışma, tek pedallı sürüşün farklı yol eğimleri ve araç hızları altındaki performansını incelemektedir. Tek pedallı sürüş, yumuşak yavaşlama sağlayarak sürüş konforunu ve boylamasına dengeyi iyileştirir. Ayrıca, hızlanma ile frenleme arasındaki ani geçişleri azaltarak araç stabilitesini ve konforunu artırır. Bu yönleriyle tek pedal sürüş, sürdürülebilirlik, verimlilik ve gelişmiş dinamik performans hedefleri doğrultusunda modern elektrikli araç tasarımlarında kilit bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır.

Keywords: Tek Pedal Sürüş, Sürüş Konforu, Rejeneratif Frenleme, Enerji Geri Kazanımı, Fren Aşınması

INTRODUCTION

The evolution of electric vehicle (EV) technology has not only transformed energy sources but also redefined driving habits. One of the most notable innovations in this domain is the One-Pedal Driving (OPD) system, which allows drivers to accelerate and decelerate using a single pedal. This system leverages regenerative braking to convert kinetic energy into electrical energy during deceleration, enhancing energy efficiency and reducing reliance on conventional braking systems.

One-Pedal Driving (OPD) introduces a transformative approach to vehicle control by enabling both acceleration and deceleration through a single pedal. While initially unfamiliar to drivers accustomed to traditional two-pedal systems, OPD offers notable advantages in terms of energy efficiency and driving comfort. In urban driving conditions, studies have demonstrated that OPD can lead to significant energy savings. For instance, research conducted by Eindhoven University of Technology revealed that OPD could achieve up to 22% energy savings in city driving scenarios compared to conventional driving modes. This efficiency gain is attributed to the system's ability to maximize regenerative braking, thereby reducing reliance on conventional friction brakes.

The impact of road gradient on OPD behavior is significant and should not be overlooked. In downhill conditions, the vehicle tends to accelerate due to gravitational forces. When the driver releases the accelerator pedal, the regenerative braking system engages more strongly and continuously. As a result, the vehicle's potential energy is effectively converted into electrical energy and stored in the battery without the need for conventional friction brakes. Therefore, on sloped roads, the energy recovery potential of OPD systems increases considerably compared to flat terrain. Moreover, OPD enhances vehicle control, particularly in hilly terrains, by allowing smoother deceleration and minimizing the need for frequent brake application. This not only contributes to energy efficiency but also reduces brake wear, leading to lower maintenance costs. While there is an initial learning curve associated with adapting to OPD, drivers often find that, with practice, it becomes an intuitive and preferred method of driving, especially in stop-and-go traffic conditions. The integration of OPD into modern electric vehicles underscores its potential as a key feature in advancing sustainable and efficient transportation solutions.

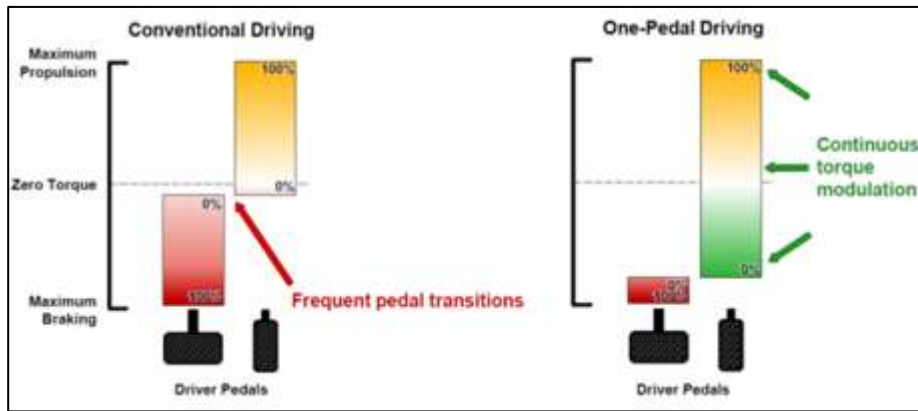


Figure 1.1. Conceptual comparison between conventional driving (left) and One Pedal Driving (right) in terms of driver pedal use and torque control.

Figure 1.1 presents a conceptual comparison between conventional driving and One-Pedal Driving (OPD) with respect to driver pedal usage and torque management. In the conventional setup (left), propulsion torque is delivered via the accelerator pedal, while braking torque is applied through the brake pedal, resulting in discrete and abrupt torque transitions during drive cycles. This configuration leads to frequent pedal switching, especially in urban driving scenarios. In contrast, the OPD configuration (right) enables continuous torque modulation along a single pedal axis. Deceleration torque -primarily regenerative- is applied progressively as the accelerator pedal is released, thereby eliminating the need for frequent pedal transitions and enabling smoother longitudinal dynamics.

When the accelerator pedal is released, the electric vehicle's Electronic Control Unit (ECU) switches the electric machine from traction mode to generator mode. In this state, the motor utilizes the kinetic energy transferred from the wheels and converts it into electrical energy based on the principle of electromagnetic induction, as described by Faraday's Law. During this generator mode operation, the motor produces negative (braking) torque by resisting the rotation of the wheels, which results in vehicle deceleration. This process alters the motor's magnetic field, inducing an electric current. The generated alternating current (AC) is then converted into direct current (DC) by an inverter and subsequently directed to the battery. The battery stores this energy as chemical energy, and the efficiency of this storage process depends on factors such as the battery's State of Charge (SOC), temperature, and overall system safety. If the battery is full or overheated, the amount of recoverable energy may be limited.

The concept of OPD dates back to the 1950s, with early experiments aiming to improve driving comfort and safety. However, it wasn't until the advent of modern EVs that OPD became practically viable. In 2013, BMW introduced the i3 model, which featured a form of OPD that provided regenerative braking upon releasing the accelerator pedal, though it still required the brake pedal to bring the vehicle to a complete stop.

2. VIRTUAL MODELING

2.1 Modeling One Pedal Driving Behavior in a Vehicle Dynamics Software

To demonstrate the representation of One Pedal Driving behavior within a Vehicle Dynamics Software environment, a sample engine torque map has been developed in the form of a .pwr file. This file defines engine output torque as a function of engine speed and throttle input, utilizing Vehicle Dynamics Software-compatible ASCII format. The structure includes unit definitions for rotational speed (rpm) and torque, followed by a two-dimensional data table describing torque characteristics over a range of operating conditions. The Z_DATA section outlines throttle levels, while the XY_DATA section provides torque values corresponding to various engine speeds and throttle inputs. Notably, the model incorporates negative torque entries to represent regenerative braking zones, particularly at low or zero throttle conditions.


```

$-----ENGINE
[ENGINE]
{Z_DATA}
{throttle}
0.0
1.0

{XY_DATA}
{engine_speed <rpm> torque@throttle <torque>}
0      0      0
1000   -20000  200000
3000   -20000  200000
5000   -16000  160000
7000   -14000  140000
9000   -10000  100000
11000  -8000   80000
  
```

Figure 2.1. Example .pwr file used to define the engine torque-speed characteristics.

Figure 2.1 illustrates an example .pwr file structure used to define engine torque-speed characteristics within a vehicle dynamics simulation environment. The file specifies torque output as a function of engine speed and throttle position using ASCII-formatted tabular data. The Z_DATA section defines throttle levels (e.g., 0.0 and 1.0 for no input and full throttle), while the XY_DATA section maps engine speed in RPM to corresponding torque values at each throttle input. Notably, the presence of negative torque values at 0% throttle indicates the implementation of regenerative braking behavior, allowing the model to simulate deceleration phases realistically under One Pedal Driving conditions

2.2 Creating a Driving Scenario

In order to evaluate the modeled One Pedal Driving (OPD) behavior under realistic conditions, a custom driving scenario was constructed within the Event Builder environment. This scenario aimed to replicate typical urban driving conditions characterized by frequent stops, moderate acceleration phases, and varying road gradients. The simulation profile was designed with time-dependent velocity targets and throttle demands, enabling the examination of OPD functionality during both propulsion and regenerative deceleration phases.

To implement and analyze the One Pedal Driving (OPD) behavior within a simulation framework, a custom driving scenario was developed directly in the Event Builder environment. This scenario was constructed through a combination of time-based input profiles and lookup-table-defined behaviors, reflecting the interactions between driver inputs and the vehicle's longitudinal dynamics. The primary input variables defined in this setup included throttle position (0–100%), road grade angle (°), and vehicle target velocity (m/s), each encoded as a function of simulation time. These inputs were either defined through TimeData blocks or embedded within function-based expressions inside a Vehicle Dynamics Software.

To simulate realistic urban driving conditions, the total simulation duration was set to 16 seconds. Within this timeframe, frequent braking and deceleration events -typical of stop-and-go traffic- were emulated to reflect real-world urban scenarios. To achieve this, a custom analysis dataset was created, representing multiple deceleration phases at varying intervals. This dataset was then imported into the Event Builder module and used as an input to define the OPD braking events throughout the simulation timeline.

On the output side, the scenario was configured to record key dynamic and energy-related metrics. These included vehicle speed, longitudinal acceleration, motor torque, regenerative torque request, brake pressure, and energy flow from the powertrain to the battery system. Outputs were logged using Output Requests

defined in the simulation environment, which were later post-processed for visualization and numerical analysis.

```

$-----MDI_HEADER
[MDI_HEADER]
FILE_NAME      = datadriven.dcd
FILE_TYPE      = 'dcd'
FILE_VERSION   = 1.0
FILE_FORMAT    = 'ASCII'
(COMMENTS)
(comment_string)
'Example DCD file of closed-loop vehicle speed'
$-----UNITS
[UNITS]
LENGTH        = 'meters'
FORCE         = 'newton'
ANGLE         = 'deg'
MASS          = 'kg'
TIME          = 'sec'
$-----CLOSED_LOOP
[OPEN_LOOP]
ORDINAL       = 'time'
(DATA)
{
  time      steering      throttle      brake      gear      clutch
0.0000E+00  0.0000E+00  0.0000E+00  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
1.0000E+00  0.0000E+00  0.4000E+02  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
2.0000E+00  0.0000E+00  0.4000E+02  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
3.0000E+00  0.0000E+00  0.5000E+02  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
4.0000E+00  0.0000E+00  0.5000E+02  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
5.0000E+00  0.0000E+00  0.0000E+00  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
6.0000E+00  0.0000E+00  0.0000E+00  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
7.0000E+00  0.0000E+00  0.0000E+00  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
8.0000E+00  0.0000E+00  0.0000E+00  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
9.0000E+00  0.0000E+00  0.6000E+02  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
10.0000E+00 0.0000E+00  0.6000E+02  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
11.0000E+00 0.0000E+00  0.6000E+02  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
12.0000E+00 0.0000E+00  0.0000E+00  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
13.0000E+00 0.0000E+00  0.0000E+00  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
14.0000E+00 0.0000E+00  0.0000E+00  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
15.0000E+00 0.0000E+00  0.5000E+02  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
16.0000E+00 0.0000E+00  0.5000E+02  0.0000E+00  0.1000E+01  0.0000E+00
  
```

Figure 2.2. Time-series data-driven input file (.dcd) used to define throttle modulation in OPD simulations

The scenario logic allowed the simulation to follow a repeatable, deterministic time sequence, simulating real-world conditions such as stop-and-go traffic, downhill coast phases, and acceleration ramps. Each condition triggered different control responses in the OPD logic-particularly in how regenerative torque was modulated depending on both pedal position and slope input. The transition thresholds between propulsion and deceleration were embedded in conditional expressions that mapped throttle values to torque demands within the .pwr file structure.

All scenario components were modularized to allow parametric variation and repeatability across simulation runs. This facilitated sensitivity studies on OPD response to input changes and enabled detailed evaluation of dynamic system outputs under varying control inputs and environmental conditions.

2.3 Results from Simulations at Varying Vehicle Speeds

Following the successful implementation and simulation of the One Pedal Driving (OPD) system, a series of analyses were conducted to evaluate the system's dynamic behavior across different vehicle speeds. Specifically, simulations were performed at five distinct constant velocities: 60 km/h, 70 km/h, 80 km/h, 90 km/h and 100 km/h. The primary objective of this phase was to observe how vehicle dynamics-particularly deceleration characteristics and longitudinal responses-vary with initial speed under OPD conditions. For each speed scenario, key outputs such as vehicle deceleration rate, longitudinal velocity profile, and regenerative braking contribution were recorded and analyzed.

These results provide critical insight into the operational characteristics of the OPD system across a representative range of urban and suburban driving speeds. The collected data are presented and discussed in the following subsections, highlighting the impact of speed on OPD system behavior.

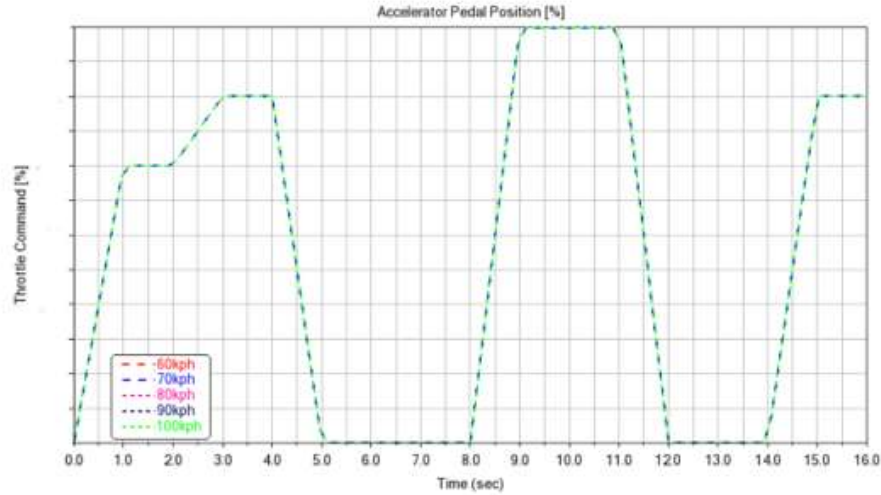


Figure 2.3. Throttle input profile used for all speed scenarios in OPD simulations.

The figure illustrates the throttle input profiles applied during the simulations at all tested vehicle speeds (60, 70, 80, 90, and 100 km/h). As shown, the throttle command pattern remains identical across all speed scenarios. This standardized input was deliberately designed to emulate a typical urban driving environment, where frequent acceleration and deceleration events are common due to traffic signals, stop signs, and congested road conditions. The repeated cycles of throttle engagement followed by complete release effectively replicate stop-and-go behavior observed in city traffic. By maintaining a uniform input across all speed cases, the analysis enables an isolated investigation of the One Pedal Driving (OPD) system's response as a function of vehicle speed, independent of driver variability.

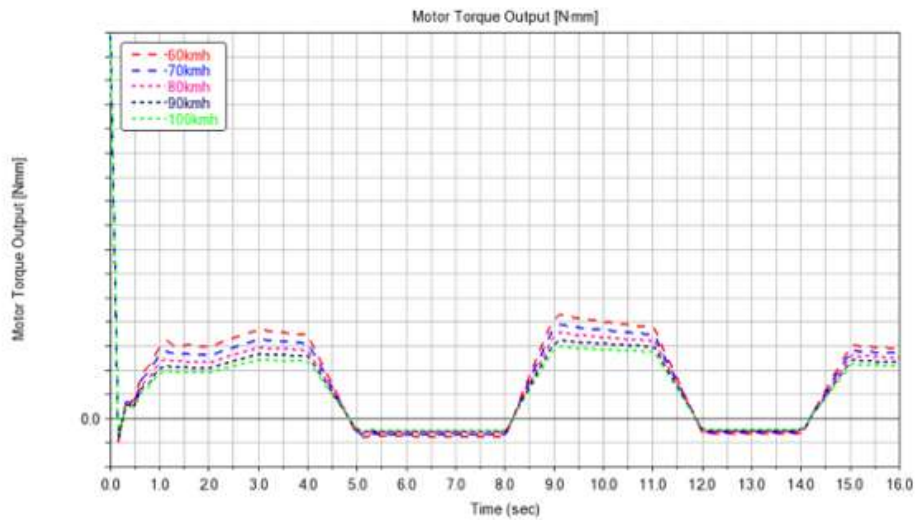


Figure 2.4. Throttle output torque response across different vehicle speeds.

The figure presents the throttle output torque (in Newton-millimeters) over time for five different initial vehicle speeds. Despite identical throttle input profiles, the resulting output torque varies with speed. As

shown, lower-speed scenarios (e.g., 60 km/h) produce higher torque outputs, this trend reflects typical back-EMF limitations observed in electric motors, which reduce the available regenerative torque at higher speeds..

This inverse relationship is consistent with the typical performance characteristics of electric traction systems, where torque availability decreases as motor speed increases due to back-electromotive force (back-EMF) limitations or power constraints. Each acceleration phase is followed by a sharp reduction in output torque during throttle release, reflecting the OPD system’s immediate transition into deceleration mode. These variations in torque response across speed levels are essential in understanding the system's performance envelope.

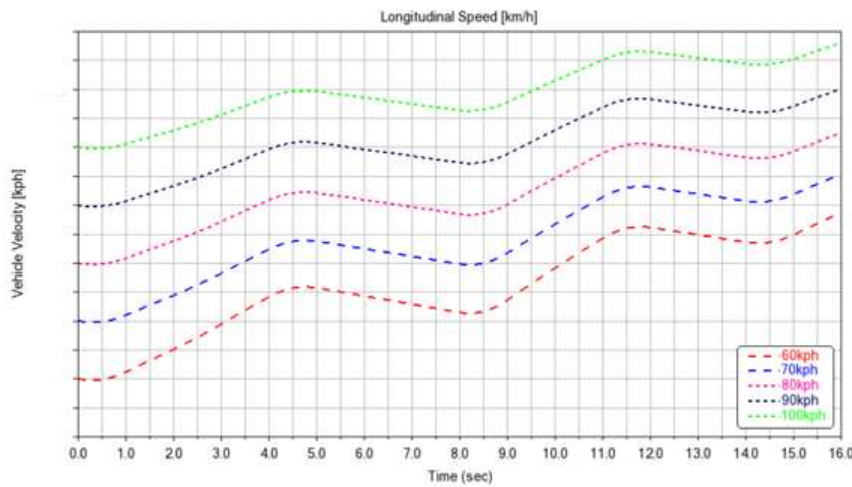


Figure 2.5. Longitudinal vehicle speed profiles for different initial velocity scenarios under OPD operation

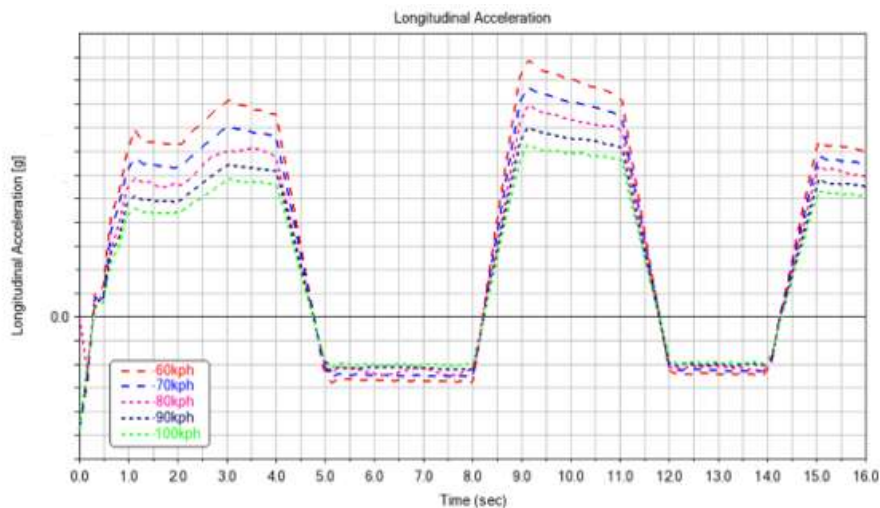


Figure 2.6. Longitudinal acceleration response under OPD at various initial speeds

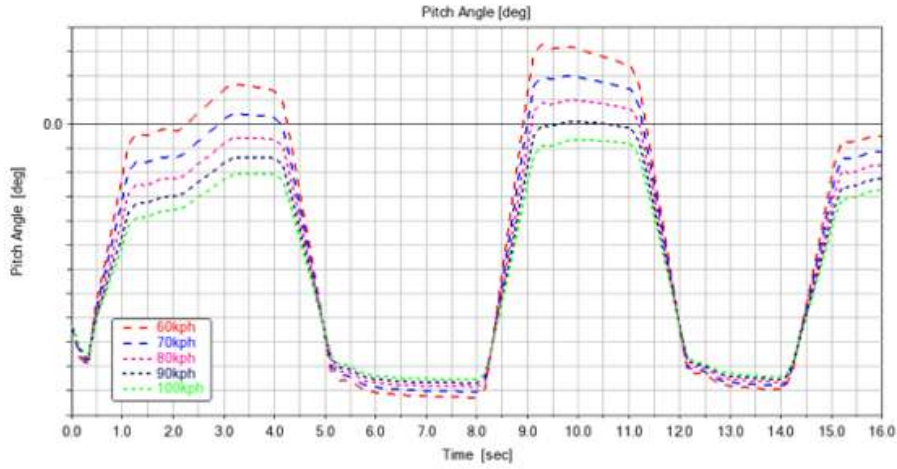


Figure 2.7. Vehicle pitch angle response under OPD at various initial speeds

To estimate the energy recuperated during One Pedal Driving (OPD), a straightforward method based on power integration can be applied. In this approach, torque values corresponding to specific motor speeds are used to calculate instantaneous mechanical power. Since power varies over time, these values are accumulated across the time axis to determine the total energy. Only the negative portions of the power signal-corresponding to braking phases-are considered, as energy recuperation occurs during these intervals. This allows for an approximate estimation of the energy recovered through regenerative braking under OPD conditions.

3. CONCLUSION

This study investigated the dynamic behavior and energy recuperation performance of a One Pedal Driving (OPD) system under varying vehicle speeds through multi-body simulation. Using a consistent throttle input profile across all test cases, simulations were conducted at five distinct initial speeds: 60, 70, 80, 90, and 100 km/h. Vehicle responses in terms of throttle output, velocity, longitudinal acceleration, and pitch motion were analyzed to evaluate the system's performance envelope. Additionally, the amount of regenerative energy recovered in each case was computed based on motor torque and speed data.

The findings indicate that although the throttle input remained identical across simulations, the vehicle's dynamic response and energy recuperation were highly dependent on the initial speed. This is partly attributed to the motor's ability to operate closer to its maximum torque region at lower speeds, where regenerative torque is more effective. Conversely, higher-speed scenarios demonstrated smoother dynamic transitions but a decrease in both regenerative torque and total energy recovery.

Overall, the results highlight the effectiveness of OPD systems in enabling stable deceleration and energy recovery across a wide range of speeds. The analysis also underscores the importance of speed-dependent calibration in maximizing both driving comfort and energy efficiency in electric vehicle applications. Future work may focus on incorporating road gradient, cornering conditions, and battery SoC dynamics to further enhance the fidelity of OPD system evaluation.

REFERENCES

1. Jeong, S., Kim, H., & Kim, D. (2020). Analysis of regenerative braking performance for one-pedal driving in electric vehicles. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 69(10), 10348–10358. <https://doi.org/10.1109/TVT.2020.3008476>
2. Park, J., & Lee, H. (2019). A study on driver behavior and energy efficiency of electric vehicles using one-pedal driving. *International Journal of Automotive Technology*, 20(6), 1083–1092. <https://doi.org/10.1007/s12239-019-0104-2>
3. Guzzella, L., & Sciarretta, A. (2013). *Vehicle propulsion systems: Introduction to modeling and optimization* (3rd ed.). Springer.
4. MDPI. (2023). *Regenerative Braking Systems in Electric Vehicles*. *Energies*, 18(10), 2422. <https://www.mdpi.com/1996-1073/18/10/2422>
5. M. Vos, J. de Hoog, and R. van Heek, Evaluating the energy efficiency of a one-pedal driving algorithm. Eindhoven, Netherlands: Eindhoven University of Technology, 2021. [Online]. Available: <https://research.tue.nl/en/publications/evaluating-the-energy-efficiency-of-a-one-pedal-driving-algorithm>
6. MSC Software Corporation. (2022). *ADAMS/Car User's Guide*.
7. Kim, N., Cha, S., & Park, H. (2016). Integrated longitudinal control algorithm for EVs with regenerative braking. *Energies*, 9(6), 421. <https://doi.org/10.3390/en9060421>
8. Guo, Y., Li, G., & Wang, H. (2018). Modeling and simulation of regenerative braking strategy for electric vehicles in urban driving. *Energy Procedia*, 152, 1225–1230. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.09.154>
9. He, H., Wang, F., & Wang, Q. (2020). Research on coordinated control of regenerative braking and driving stability for electric vehicles. *IEEE Access*, 8, 87994–88002. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2993162>

Levha Takviyesi ile Güçlendirilmiş Çelik Kirişlerin Eğilme Davranışlarının Sonlu Elemanlar Yöntemi ile İncelenmesi

Mizrob Jamil NAZIRZODA¹, Emine AYDIN²

¹E-mail: 22500705014@subu.edu.tr Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya/Türkiye.

²E-mail: emineb@subu.edu.tr Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya/Türkiye.

Özet

Mevcut çelik yapıların, korozyon, ısı etkisi, aşırı yüklemeye maruz kalması, yapının kullanım amacının değişmesi gibi nedenlerle taşıma kapasitelerinin artırılması gerekebilmektedir. Bunun için uygulanabilecek yöntemlerden birisi ilave çelik levhaların kaynaklanmasıdır. Yapılan bu çalışmada, çelik levha ile güçlendirilmiş çelik kirişlerin, eğilme davranışı sonlu elemanlar yöntemi (SEM) kullanılarak analiz edilmiştir. Analizlerde literatürde mevcut olan deneysel bir çalışma temel olarak alınmış ve bu çalışma SEM ile doğrulanmıştır. Daha sonra takviye edilen levhanın parametreleri değiştirilerek modeller oluşturulmuştur. Takviye amacıyla kirişin gövdesine simetrik olarak yerleştirilen iki adet çelik levha kullanılmıştır. Levhaların kiriş gövdesinde bulunan yükseklikleri değiştirilerek analizler yapılmıştır. Levha yüksekliği olarak ise doğrulaması yapılan çalışmadaki 100 mm' ye ilave olarak 25, 50 ve 75 mm olan boyutlar seçilmiştir. Levha kalınlığı tüm kirişlerde 10 mm'dir. Sonlu eleman modelinde ABAQUS yazılımı kullanılmıştır ve dört noktalı eğilme modellerinden elde edilen yer değiştirme grafikleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar birbiriyle karşılaştırılmıştır. Çelik levha takviyesiyle yapılan güçlendirme işleminde %46 ya varan dayanım artışlarının meydana geldiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Çelik levha, dört noktalı eğilme, güçlendirme, SEM, takviye.

Abstract

The load-bearing capacity of existing steel structures may need to be enhanced for a variety of reasons, including corrosion, heat exposure, severe loading, or modifications in the structure's intended use. Welding extra steel plates is one technique that may be used for this. The finite element technique (FEM) was used in this work to examine the bending behavior of steel beams reinforced with steel plates. An experimental investigation from the literature served as the foundation for the studies, and the finite element technique (FEM) was used to confirm this study. Afterwards, models were made by altering the reinforced plate's specifications. For strengthening, two steel plates were positioned

symmetrically on the beam's body. To do the studies, the heights of the plates on the beam body were altered. Regarding the plate height, measurements of 25, 50, and 75 mm were used in addition to the 100 mm confirmed in the investigation. For every beam, the plate thickness is 10 mm. Displacement graphs from four-point bending models were generated using the ABAQUS program in the finite element model. The findings that were acquired have been compared to one another. The use of steel plate reinforcement in the reinforcing process has been shown to result in strength gains of up to 46%.

Keywords: Steel plate, four-point bending, strengthening, SEM, reinforcement.

GİRİŞ

Çelik kirişler, inşaat mühendisliğinde sürekli kullanılan taşıyıcı elemanlar arasında yer almakta olup, özellikle yüksek mukavemetleri, sünek davranışları ve montaj kolaylıkları sayesinde endüstri yapılarında tercih edilen elemanlardır. Ancak bu elemanlar, zaman içerisinde korozyon, aşırı yükleme, yangın gibi olumsuz çevresel etkiler veya kullanım amaçlarında meydana gelen değişiklikler nedeniyle taşıma kapasitelerini yitirerek yapının güvenliği tehdit edebilmektedirler (Zhao X, Zhang Y, & Li H, 2022). Bu yüzden, mevcut çelik yapının güçlendirilmesi, hem ekonomik hem de güvenlik açısından önemli mühendislik çözümleri gerektirebilmektedir. Son yıllarda, çelik kirişlerin eğilme davranışlarının iyileştirilmesi amacıyla yapılan çalışmalar büyük ölçüde kompozit malzeme teknolojilerinin kullanımına odaklanmıştır. Bu bağlamda, Karbon Fiber Takviyeli Polimer (CFRP) malzemeler, yüksek dayanım-ağırlık oranı ve korozyona karşı direnç gibi avantajları sayesinde en çok tercih edilmektedir (Wang J, Xu Y, & Zhou X, 2024). CFRP ile yapılan güçlendirme uygulamaları, çelik kirişlerin eğilme kapasitesini önemli düzeyde artırmakta ve yapısal sünekliği iyileştirmektedir (Zhang H, & Xie L, 2024). Ayrıca bu tür güçlendirmelerin yangın gibi zorlu çevresel koşullar altındaki performansları da çeşitli çalışmalarda ele alınmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Kadhim M. M, & Al-Mahaidi R, 2019). Çelik kirişlerin davranışlarını analiz etmek için deneysel yöntemlerin yanı sıra sayısal modelleme teknikleri de kullanılmaktadır. Bu bağlamda Sonlu Elemanlar Yöntemi (SEM), karmaşık yapısal sistemlerin davranışlarını tahmin etmek için etkili bir araç olarak bilinmektedir. SEM, farklı yükleme senaryoları altında çelik kirişlerin davranışını tahmin etmekte, parametre analizleri ve alternatif tasarım çözümleri geliştirme konusunda mühendislik kararlarına katkı sunmaktadır (Shen S, Li D, & Liu Z, 2020). ABAQUS gibi gelişmiş sonlu elemanlar yazılımları, takviye edilmiş çelik kirişlerin ekonomik açıdan da uygun olarak tasarlanmasını mümkün hale getirmiştir. Bununla birlikte özellikle bağlantı detaylarının ve malzeme etkileşimlerinin modellenmesinde önemli ilerlemeler sağlamaktadır (CAE Assistant, 2023). ABAQUS ortamında yapılan çalışmalarda, çelik-güçlendirme birleşimlerinin modellenmesinde “tie” bağlama komutunun doğru kullanımı ve uygun meshleme stratejilerinin seçimi, analiz sonuçlarının doğruluğu açısından kritik önem arz etmektedir (University of Florida, 2017). Bu bağlamda yapılan araştırmalar, farklı güçlendirme yerleşimlerinin ve ön gerilme düzeylerinin çelik kirişlerin eğilme performansı üzerindeki etkilerini sayısal olarak incelemektedir (Singh R, & Sharma P, 2020). Literatürde ayrıca hibrit FRP sistemlerinin ve farklı bağlantı detaylarının da çelik kiriş davranışı üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Shan ve arkadaşları (Shan L, Zhang L, & Gao W, 2023), civatalı hibrit sistemlerin rijitlik ve taşıma kapasitesi üzerindeki etkilerini hem deneysel hem sayısal olarak incelemiştir. Benzer şekilde, web

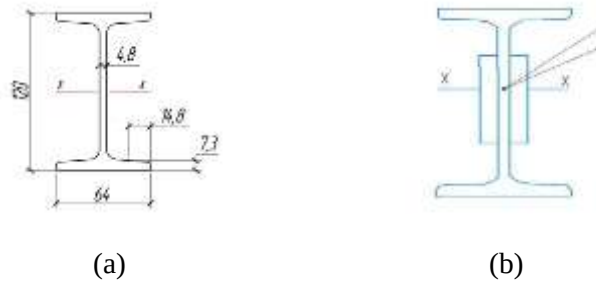
açıklıkları gibi zayıflık noktalarının eğilme davranışına etkisi de önemli bir araştırma konusu olmaktadır, Al-Ameri (Al-Ameri R, 2024) tarafından yapılan çalışmada açıklık yerleşimlerinin kapasite üzerinde doğrudan etkili olduğu gösterilmektedir.

Bu çalışmada, çelik kirişin gövdesine farklı yüksekliklere sahip çelik levhalar yerleştirilmiştir. Levha takviyesi ile güçlendirilmiş çelik kirişlerin eğilme davranışı sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Bu doğrultuda elde edilen bulgular ile mevcut çelik kirişlerin güçlendirilmesinde güvenli, ekonomik ve sürdürülebilir mühendislik çözümlerine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

YÖNTEM

DeneySEL çalışma

Literatürde (Vychikov A.V, 2021) mevcut yapılarda sıklıkla karşılaşılan taşıyıcı sistem zayıflıklarının giderilmesine yönelik olarak çelik kirişlerin farklı yöntemlerle güçlendirilmesinin taşıma kapasitesi üzerindeki etkilerini sunan deneysel çalışma bu çalışmanın temelini oluşturmuştur. (Vychikov A.V, 2021) çalışmasında, GOCT 8239-89 göre biri referans (IPN 120) olmak üzere toplam beş adet kiriş numunesi hazırlanmış ve kirişlere standart dört noktalı eğilme deneyi uygulanmıştır. Referans kirişin haricinde olan dört kiriş, farklı şekillerde uygulanan levha takviyeleriyle güçlendirilmiştir. Dört noktalı eğilme deneyinde kirişin iki uçtan sabitlenmiş. Yükleme sırasında meydana gelen düşey yer değiştirmeler, kirişin ortasında ve yük noktalarının hemen altında yerleştirilen hassas göstergeler (dijital komparatör saatleri) yardımıyla ölçülmüştür. Elde edilen veriler ile yük – yer değiştirme grafikleri elde edilmiştir. Çalışmada en verimli güçlendirmelerden birisinin kirişin gövdesine iki taraflı simetrik olarak yerleştirilen 100x10x700 mm boyutlarında çift levhalı güçlendirme olduğu belirtilmiştir. Şekil 1a’da referans kiriş ve Şekil 1b’de güçlendirilmiş kirişin kesitleri sunulmaktadır.

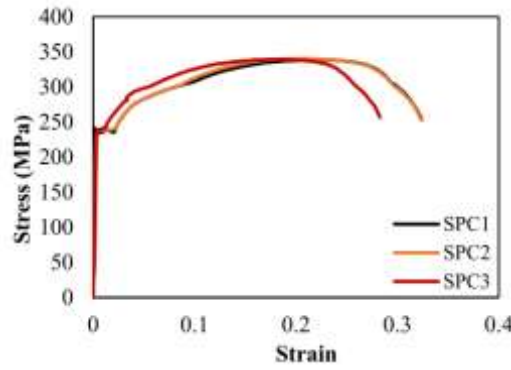


Şekil 1. (a) Referans kiriş kesiti (b) Güçlendirilmiş kiriş kesit görseli (Vychikov A.V, 2021).

Malzeme özellikleri

Deneylerde kullanılan çelik sınıfı, Rusya’da yapı çeliği olarak kullanılan ÇT3nc5 çeliktir. GOST 380-2005 standartlarına göre üretilen bu çelik, düşük karbon içeriği ve iyi kaynaklanabilirliği sayesinde hem üretim kolaylığı sağlar hem de yapısal uygulamalarda güvenle kullanılabilir (Carbon steel of ordinary quality, 2009). Avrupa standartlarına göre değerlendirildiğinde, ÇT3nc5 çeliği ile EN 10025-2

standardındaki S235JR ve S245 analog olarak kabul edilmektedir (Steel St3ps , GOST 380). S235JR çeliği, EN 10025-2 standardına göre tanımlanan düşük karbonlu yapısal bir çeliktir ve özellikle inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Kimyasal bakımından yaklaşık 0.17-0.20% karbon, 0.35% mangan, 0.035% fosfor ve 0.035% kükürt içerilmektedir (EN 10025-2, 2019). Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında, S235JR çeliğine ait (Boru E, 2023) tarafından ASTM E8-2016 standardına uygun olarak çelik çekme testi yapılmıştır (Şekil 2). Modellerde bu çeliğe ait özellikler alınarak modeller oluşturulmuştur. Çeliğin akma mukavemeti 235 MPa, çekme mukavemeti 340 MPa ve elastisite modülü 200 GPa ve Poisson oranı 0.3 olarak belirlenmiştir.



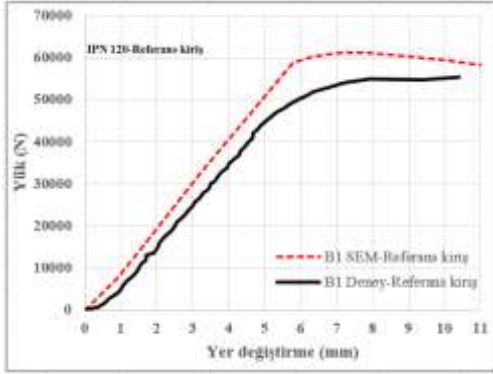
Şekil 2. Çelik malzemesine ait tek eksenli gerilme-şekil değiştirme grafiği (Boru E, 2023).

Sonlu Eleman Modelinin Doğrulanması

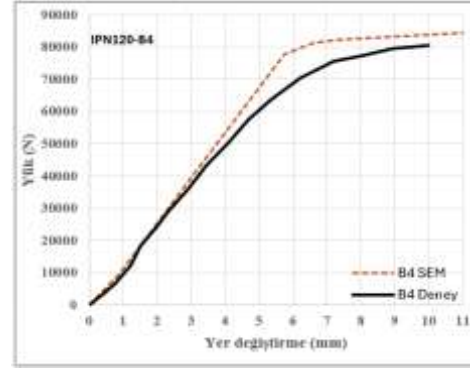
Sonlu Elemanlar Yöntemi, mühendislikte sıkça karşılaşılan karmaşık yapıların davranışını sayısal olarak incelemek için kullanılan etkili bir analiz tekniği olarak bilinmektedir. Bu yöntemde analiz yapılacak yapı, daha küçük ve basit parçalara ayrılmaktadır. Bu küçük parçalara “eleman” adı verilir ve bu elemanlar birbirine düğüm noktalarıyla bağlanmaktadır (Mohammad Saber SADID, 2021). Her bir eleman, belirli varsayımlar altında fiziksel davranışı temsil edecek şekilde tanımlanır. Bu sayede, karmaşık bir sistemin genel davranışı, küçük parçaların davranışlarının bir araya getirilmesiyle belirlenmiş olup, yöntem özellikle yapı mekaniği, ısı transferi ve akışkanlar mekaniği gibi çok alanda tercih edilmektedir. SEM üç temel aşamada uygulanır, öncelikle modelleme aşamasında sistemin geometrisi oluşturulur, malzeme özellikleri tanımlanır, yapı elemanlara ayrılır ve uygun sınır koşulları ile yüklemeler tanımlanır. Daha sonra çözüm aşamasına geçilir ve yapı üzerinde etkiyen yükler altında düğüm noktalarının yer değiştirmeleri, iç kuvvetler ve gerilmeler hesaplanmaktadır. Son aşamada ise analiz sonuçları değerlendirilir, yapının nerelerde zorlandığı, hangi bölgelerde deformasyon olduğu gibi bilgiler elde edilmektedir.

Çalışmada kullanılan sonlu eleman modelinde malzeme modeli ile sonlu eleman tipi seçimlerinin doğruluğunu kontrol etmek amacıyla bir doğrulama analizi gerçekleştirilmiştir. Çözüm ağı türü ve boyutu modelde değişken parametreler olarak kullanılmaktadır. Bu kapsamda, (Vychikov A.V, 2021) çalışmasında laboratuvar ortamında hiçbir güçlendirme işlemi yapılmadan test edilen referans kiriş (B1) ve her iki tarafı simetrik olarak 100x10x700 mm levha kullanılarak güçlendirilmiş (B4) IPN120 çelik kirişler seçilmiştir. Bu kirişler sonlu elemanlar yöntemiyle ABAQUS programında modellenmiş ve doğrulanmıştır. Doğrulama analizinde çözüm ağı türü hex ve boyutları 10-15 mm seçilmiştir. Güçlendirme levhaları kirişin iki tarafında “Tie constraint” olarak uygulanmıştır. Referans kirişe (B1) ait doğrulama grafiği Şekil 3a’da ve

Güçlendirilmiş kirişe ait doğrulama grafiği de Şekil 3b’de gösterilmiştir. Doğrulama sonuçlarına göre referans kirişte %8 ve güçlendirilmiş kirişte ise % 4’lük yakınlıklar elde edilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3. *Yük-Yer değiştirme grafiği a) B1-Referans kiriş ve b) B4 güçlendirilmiş kiriş*

Ayrıca referans ve güçlendirilmiş kirişlerin deneysel ve sonlu eleman modellerindeki davranışlarının durumu ise Şekil 4’te verilmiştir.

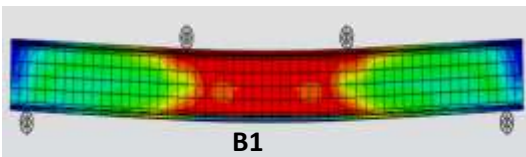


B1

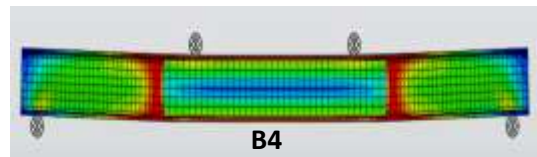


B4

(a)



B1



B4

(b)

Şekil 4. *Referans ve güçlendirilmiş kirişin (a) deneysel davranışı (Vychikov A.V, 2021) (b) SEM modeli*

BULGULAR

Parametrik Çalışma

Deneyisel çalışmada (Vychikov A.V, 2021) IPN120 kirişi hiçbir takviye elemanı kullanılmadığı durumda referans (B1) ve çelik kirişin gövdesine simetrik olarak yerleştirilen iki adet 100x10x700 levha (B4) kirişleri mevcuttu. Ayrıca bu kirişlerin sonlu eleman modelleri oluşturularak doğrulanması yapılmıştı. Takviye edilen levhaların yüksekliğinin değişmesi durumunda kirişin dayanım ve davranışında meydana

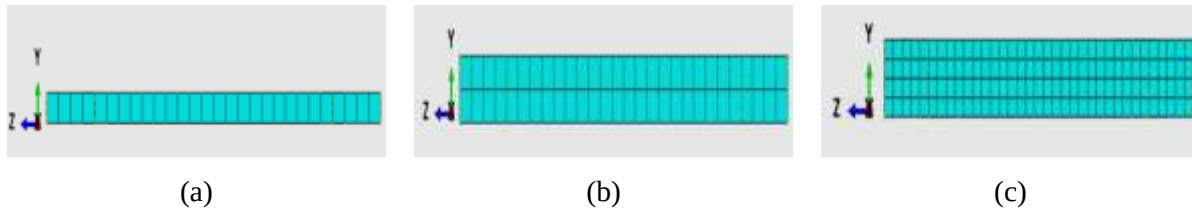
gelen değişimi görebilmek amacıyla 75, 50 ve 25 mm yükseklik ölçüleri kullanılarak parametrik çalışma yapılmıştır. Parametrik çalışmada kullanılan bu kirişlere sırasıyla K1, K2 ve K3 adlandırması yapılmıştır. Bu kirişlere ait yükleme durumu, görünüş, kesit ve ölçüler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Parametrik çalışmada kullanılan kiriş kesit, boyut ve özellikleri

Kod	Kiriş şekilleri	Kesit	Özellikler
B1			IPN 120 referans kiriş.
B4			IPN 120 100x10x700 mm alın levha ile güçlendirilmiş kiriş.
K1			IPN 120 75x10x700 mm alın levha ile güçlendirilmiş kiriş.
K2			IPN 120 50x10x700 mm alın levha ile güçlendirilmiş kiriş.
K3			IPN 120 25x10x700 mm alın levha ile güçlendirilmiş kiriş.

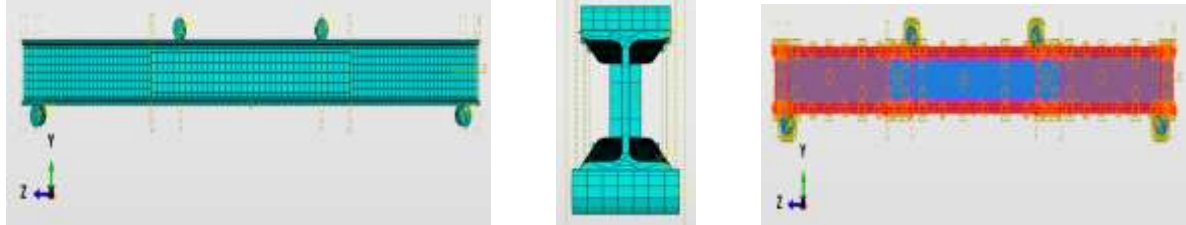
Güçlendirilmiş çelik kirişlerin analizi

IPN 120 kesitli kirişlerde güçlendirme amacıyla üç farklı yükseklikte çelik levha kullanılarak testler gerçekleştirilmektedir. Deney numuneleri K1 (75×10×700 mm), K2 (50×10×700 mm) ve K3 (25×10×700mm) boyutlarındaki levhalarla güçlendirilmiştir Şekil 5’de sunulmaktadır.



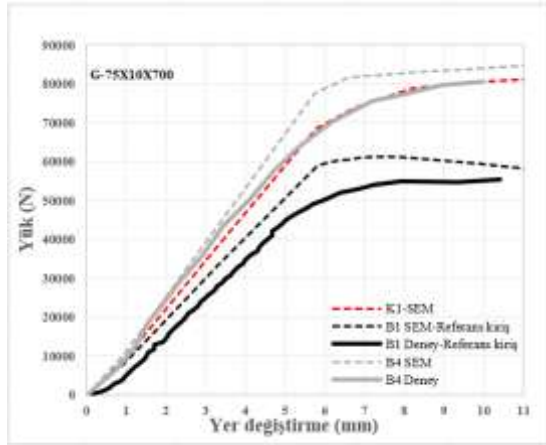
Şekil 5. SEM’de kullanılan levha boyutları a-25x10, b-50x10 ve c-75x10.

K1 (75×10×700 mm) boyutundaki çelik levha ile güçlendirilen kirişte, sonlu elemanlar analizinde çözüm ağ türü olarak hex (hegzagonal) elemanlar kullanılmıştır. Kirişin her iki ucundan 450 mm mesafede 10x10 mm ve ortada kalan güçlendirilmiş bölgede ise 15x15 mm boyutlarında ağ yoğunluğu uygulanmıştır. Güçlendirme levhaları, kirişin gövdesine "tie" aracılığıyla bağlanıp Şekil 6'da görsel olarak sunulmuştur.

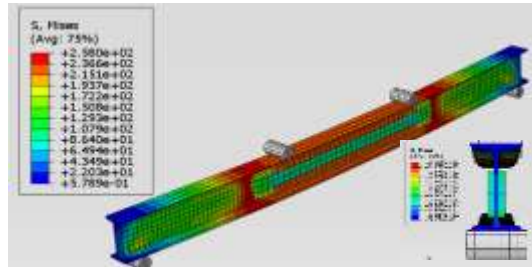


Şekil 6. K1 Kirişin gövdesinde kaynaklı (tie) elemanları ve hex (hegzagonal) ağı.

Yükleme işlemi kademeli olarak artırılmış ve buna bağlı olarak yük-yer değiştirme verileri elde edilmiştir (Şekil 7a). Kirişin gerilme dağılımlarına ait görsel Şekil 7b'de verilmiştir. Aynı şekilde güçlendirilmiş K2 ve K3 kirişlerinin de modelleri oluşturulmuştur. Şekil 8' de K2, Şekil 9' da ise K3 kirişe ait yük-yerdeğiştirme grafiği ve gerilme dağılımları sunulmuştur.

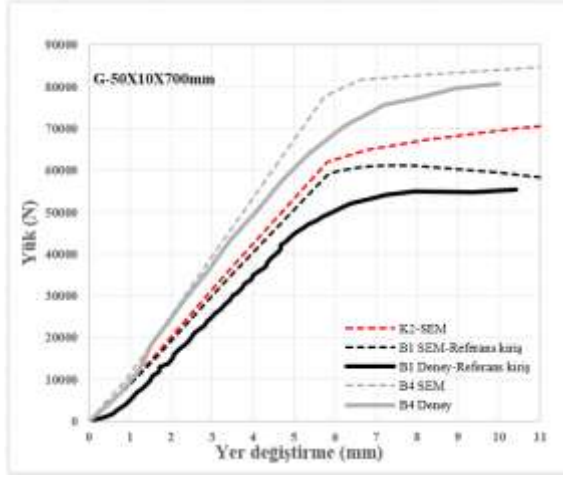


(a)

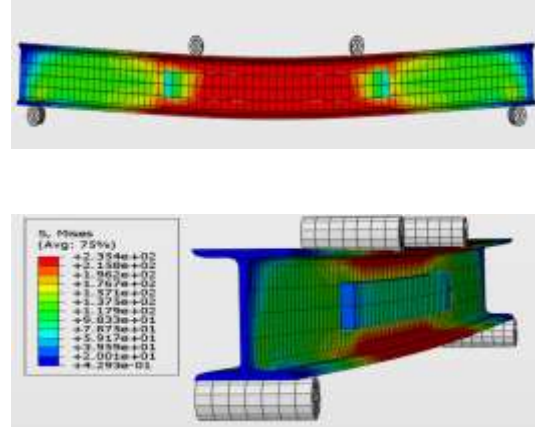


(b)

Şekil 7. K1 güçlendirilmiş kirişe ait, a-yük-yerdeğiştirme grafiği, b- gerilme dağılımları

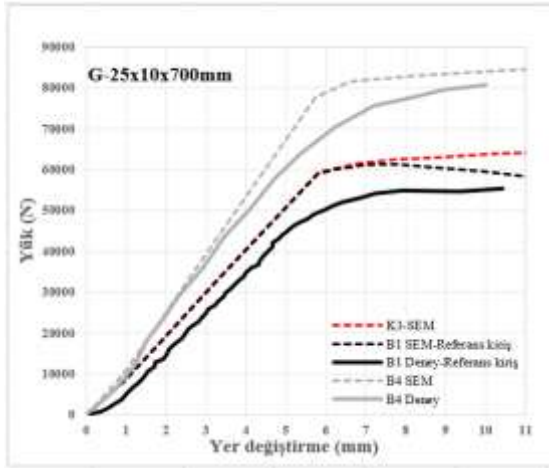


(a)

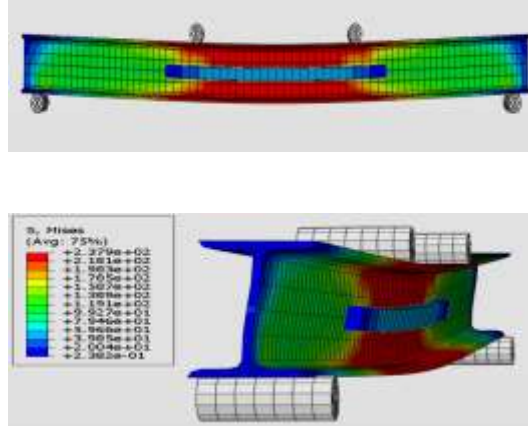


(b)

Şekil 8. K2 güçlendirilmiş kirişe ait, a-yük-yerdeğiştirme grafiği, b- gerilme dağılımları



(a)

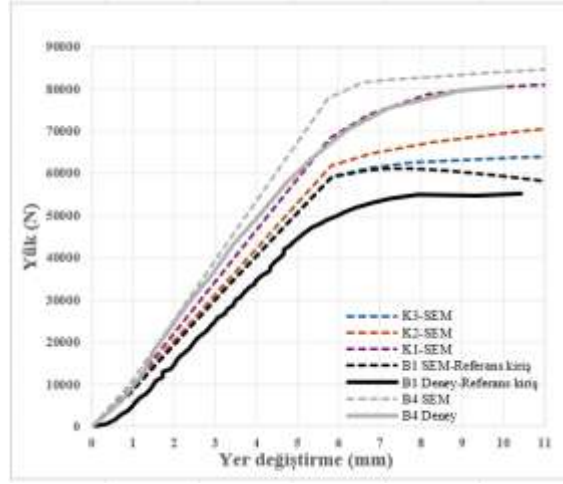


(b)

Şekil 9. K3 güçlendirilmiş kirişe ait, a-yük-yerdeğiştirme grafiği, b- gerilme dağılımları

Parametrik çalışma sonuçlarının karşılaştırılması

Deneysel çalışma, sonlu eleman doğrulaması ve parametrik çalışma sonuçlarından elde edilen yük yer değıştirme grafiklerinin hepsi Şekil 10'da bir arada sunulmuştur.



Şekil 10. Tüm kirişlerin yük yer değiştirme grafiklerin karşılaştırılması

Grafikteki değerlere bakıldığında, B1 olarak isimlendirilen referans deney numunesinin maksimum dayanımının 55.32 kN olduğu görülmektedir. 100x10x700 (B4) deney kirişinin dayanımına bakıldığında 80.62 kN olduğu görülmektedir. Bu durumda deneysel yapılan çalışmada B1'e göre, güçlendirilmiş B4 kirişinin yaklaşık olarak %46 oranında bir artışla dayanıma katkı sağladığı görülmektedir. Ayrıca tüm güçlendirme boyutlarında kirişin eğilme davranışında rijitlik artışları meydana gelmiştir. Parametrik çalışmada incelenen K1, K2, K3 kirişlerinin maksimum dayanımlarının ise sırasıyla 80.96, 70.08, 63.87 kN'dur. Buna göre parametrik çalışmada elde edilen değerlerin Referans deney (B1) kirişine göre hesaplanan yüzdelik artış sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Parametrik çalışmadan elde edilen dayanım sonuçları

Kod	Levha Boyutu (mm)	K SEM Dayanım (kN)	Referansa (B1) göre fark oranı (%)
K1	75x10x700	80.96	46.34
K2	50x10x700	70.08	26.67
K3	25x10x700	63.87	15.45

Sonuçlar karşılaştırıldığında, K1 numunesinde kullanılan 75×10×700 mm boyutundaki çelik levhanın, taşıma kapasitesini yaklaşık olarak %46' ya varan oranda artırdığı görülmektedir. K2' nin % 27 ve K3' ün de %15 oranında dayanım artışı meydana getirdiği görülmüştür.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, IPN 120 kesitli çelik kirişin farklı boyutlardaki çelik levhalarla güçlendirilmesi durumunda eğilme davranışları SEM yöntemiyle incelenmiştir. Deneysel çalışmadan elde edilen çelik kiriş davranışları SEM ile modellenerek doğrulaması yapılmıştır. Güçlendirme levhasının yüksekliği değiştiğinde dayanıma nasıl bir katkı sağlayacağı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre:

- Literatürdeki deneysel sonuçlara bakıldığında, çelik kirişin gövdesine tüm gövde yüksekliği boyunca yapılan güçlendirmede %46 varan dayanım artışı sağladığı görülmüştür.
- Parametrik çalışmalar sonucunda; Üç adet farklı çelik güçlendirme levhalarından en yüksek (%46)dayanımı sağlayan kirişin K1- 75x10x700 mm olduğu tespit edilmiştir. Bu aynı zamanda 100x10x700 mm olan B4 kirişi (%46) ile aynı dayanım sonucunu vermiştir. Bu sonuç daha az malzeme kullanımı ile aynı dayanım artışının sağlanabileceği göstermiştir.
- Çelik kirişlerin sonlu eleman modelinde deneysel çalışmaya göre en yakın sonuçları (%8) çözüm ağının hex ağı olarak 10-15 arasında kullanıldığı durumda elde edilmiştir.
- Ayrıca yapılan tüm güçlendirme işlemlerinde kirişin rijitliğinde artış meydana geldiği görülmüştür.

SEM kullanılarak her boyutta çelik kirişlerin güçlendirilmesinde daha hızlı, güvenilir ve ekonomik sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca benzer özelliklere sahip kirişler farklı güçlendirme şekilleri kullanılarak SEM ile analiz edilerek, sayısal deney numuneleri üretilebilir.

KAYNAKÇA

Zhao X, Zhang Y, & Li H. (2022). Fire performance of CFRP-strengthened steel beams using finite element modelling. Journal of Constructional Steel Research, 194, 107391. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2022.107391>

Wang J, Xu Y, & Zhou X. (2024). Numerical investigation on flexural behavior of corroded steel I-beams strengthened with CFRP. Thin-Walled Structures, 190, 111140. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2023.111140>

Zhang H, & Xie L. (2021). Numerical study on CFRP-strengthened steel I-beams subjected to lateral-torsional buckling. Engineering Structures, 243, 112686. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112686>

Kadhim M. M, & Al-Mahaidi R. (2019). Numerical modeling of steel beams retrofitted with CFRP under fire exposure. Fire Safety Journal, 105, 37–50. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2019.02.002>

Shen S, Li D, & Liu Z. (2020). Finite element modeling of corroded steel beams using 3D scanning data. Journal of Structural Engineering, 146(12), 04020276. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0002823](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0002823)

CAE Assistant, (2023). How to mesh steel-CFRP contact in Abaqus: Guidelines and tie constraints. Retrieved from <https://caeassistant.com>

University of Florida, (2017). Abaqus tutorial: Modeling composite-steel interaction with tie constraints. UF Digital Repository. Retrieved from <https://ufdc.ufl.edu>

Singh R, & Sharma P. (2020). Experimental and FEM investigation of CFRP-strengthened steel beams under bending. Materials Today: Proceedings, 28, 2436–2441. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.197>

Shan L, Zhang L, & Gao W, (2023). Hybrid FRP strengthening of steel beams: Experimental and FEM analysis. *Composite Structures*, 314, 116982. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.116982>

Al-Ameri, R. (2024). Effect of web opening configurations on bending capacity of steel I-beams: FEM approach. *Steel and Composite Structures*, 42(3), 319–330. <https://doi.org/10.12989/scs.2024.42.3.319>

Vychikov A.V. (2021). Justification of the efficiency of the arrangement of reinforcing elements when reinforcing rolled beams with the arrangement of plates on the upper chord. (<https://workspay.ru/work/117488/>)

Carbon steel of ordinary quality (2009). GOST 380-2005. Moscow Standartinform. (<https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293837/4293837742.pdf>)

(Steel St3ps GOST 380). characteristics, properties, analogues.

(<https://metinvestholding.com/en/products/steel-grades/st3ps>)

EN 10025-2 2019. European standard norme europeenne europaische norm.

Boru E. (2023). Torsional strengthening of steel I beams with different GFRP configurations, *Structures*, 56, (<https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.07.049>)

Mohammad Saber SADID. Aralık (2021) Guse açısı ve berkitme tipinin statik yük etkisi altındaki kolon-kiriş birleşim davranışına etkisi. Yüksek lisans tezi.

Effect Of Recycling Additive On Mechanical And Physical Properties Of %15 Talc Added Pp (Polypropylene) Material Widely Used In Automotive Industry

Berk ERSEZEN¹, Çağrı ÇALIŞKAN²

¹berk.ersezen@partner.tofas.com.tr , ²cagri.caliskan@tof.com.tr

Özet

Bu çalışmada, otomotiv endüstrisinde yaygın olarak kullanılan polipropilen (PP) bazlı malzemelerin geri dönüştürülmüş içerik oranlarının değiştirilmesiyle ortaya çıkan mekanik ve fiziksel özelliklerindeki değişimler araştırılmıştır. Geri dönüştürülmüş PP kullanımı çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir avantaj sağlarken, malzeme performansında yaşanabilecek olası düşüşler özellikle otomotiv iç ve dış trim parçaları için kritik riskler oluşturabilir. Bu amaçla çekme, basma, darbe, yoğunluk ve erime akış hızı testleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, geri dönüştürülmüş içerik oranı arttıkça bazı mekanik özelliklerde azalma eğilimi olduğunu göstermektedir; ancak bu azalmalar belirli eşik değerlere kadar kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmaktadır. Elde edilen bulgular, otomotiv üreticilerine çevresel sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu, performanstan önemli ölçüde ödün vermeden uygun malzeme seçimi konusunda değerli bilgiler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Polipropilen (PP), Geri dönüştürülmüş Polimer, Mekanik/Fiziksel Özellikler

Abstract

In this study, the changes in mechanical and physical properties of polypropylene (PP)-based materials—widely used in the automotive industry—were investigated as a result of incorporating varying proportions of recycled content. While the use of recycled PP provides a significant advantage in terms of environmental sustainability, potential decreases in material performance may pose critical risks, especially for automotive interior and exterior trim components. For this purpose, tensile, compression, impact, density, and melt flow tests were conducted. The results indicate that as the proportion of recycled content increases, certain mechanical properties tend to decrease; however, these reductions remain within acceptable limits up to specific thresholds. These findings offer valuable insights for automotive manufacturers in selecting appropriate materials that align with their environmental sustainability goals without significantly compromising performance.

Keywords: Polypropylene (PP) , Recycled Polymer , Mechanical/Physical Properties

GİRİŞ

Today, the automotive industry is taking significant steps toward sustainable production by increasing the use of recycled materials. Polypropylene (PP) is a widely used thermoplastic in this field due to its low

density, excellent processability, and cost-effectiveness. It is commonly employed in applications such as bumpers, interior trim components, fenders, and engine covers.

The use of recycled PP in automotive parts contributes to reducing environmental impact and enhancing resource efficiency. Studies have shown that the production of recycled PP generates up to 40% less carbon emissions compared to virgin PP [1]. Furthermore, regulatory frameworks such as the European Union's End-of-Life Vehicle (ELV) Directive encourage automotive manufacturers to incorporate a certain percentage of recycled content in their products [2].

However, the mechanical and rheological properties of recycled PP can vary significantly depending on the level of recycling. When used in combination with fillers such as talc, it becomes essential to evaluate the material's performance characteristics in detail. This study aims to comparatively assess the fundamental properties of talc-filled PP materials with varying recycled content through a series of characterization tests.

MATERIAL AND METHOD

All tests were performed in accordance with ISO specifications using 15% talc (virgin, 35% recycle, 85% recycle) polypropylene samples. Tests of virgin, 35% recycle and 85% recycle polypropylene were performed separately.

Density, tensile modulus, flex modulus, Izod Impact, Melt flow Index (MFI) tests were performed on the specified samples.

EXPERIMENTAL RESULTS

Specific Gravity:

To measure the specific gravity of the material, a special device – Cubis Sartorius density meter – was used. The test was carried out with samples of virgin, 35% recycle and 85% recycle PP material with 15% talc additive according to ISO 1833 at room temperature, see table 1.

Table 1. *Density measurements of samples*

	Test	Condition	Standart	Unit	Result
Virgin	Specific Gravity	Room Temperature	ISO 1833	g/cm ³	1,00
%35 Recycle	Specific Gravity	Room Temperature	ISO 1833	g/cm ³	1,01
%85 Recycle	Specific Gravity	Room Temperature	ISO 1833	g/cm ³	1,05

Tensile Modulus:

Tensile tests were carried out with 50mm/min speed rate at room temperature on Zwick tensile testing device according to ISO 527. See figure 1a, 1b, 1c and table 2.

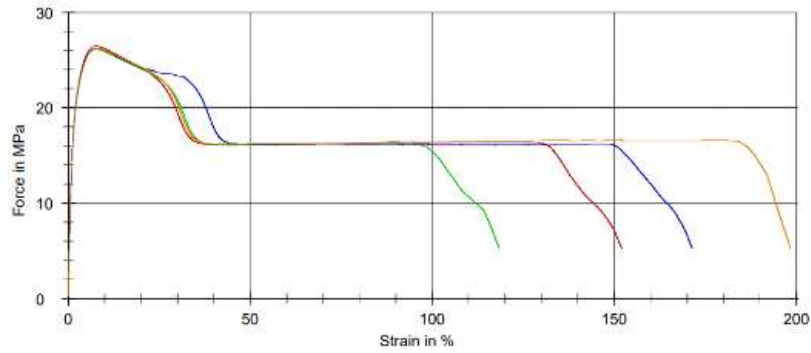


Figure 1a: Tensile graph of Virgin PP (%15 talc)

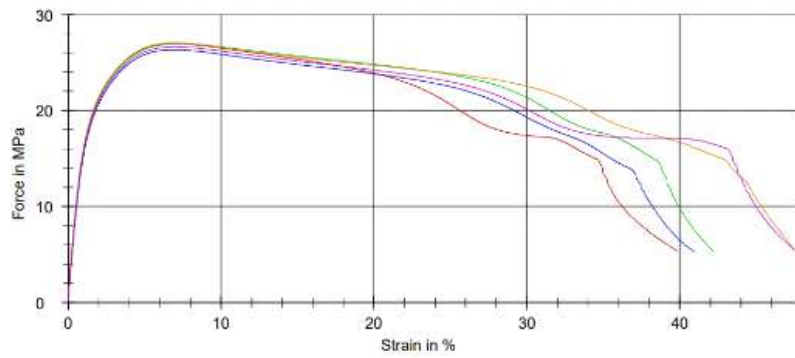


Figure 1b: Tensile graph of %35 Recycle PP (%15 talc)

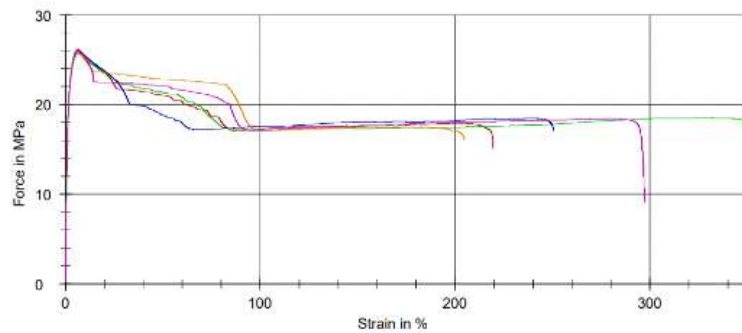


Figure 1c: Tensile graph of %85 Recycle PP (%15 talc)

Table 2. Tensile Modulus measurement results of samples

	Test	Condition	Standart	Unit	Result
Virgin	Tensile Modulus	Room Temperature	ISO 527	MPA	1770
%35 Recycle	Tensile Modulus	Room Temperature	ISO 527	MPA	1940
%85 Recycle	Tensile Modulus	Room Temperature	ISO 527	MPA	2050

Flexural Modulus:

Flextural tests were carried out with 2mm/min speed rate at room temperatures according to ISO 178. See figure 2a,2b,2c and table 3.

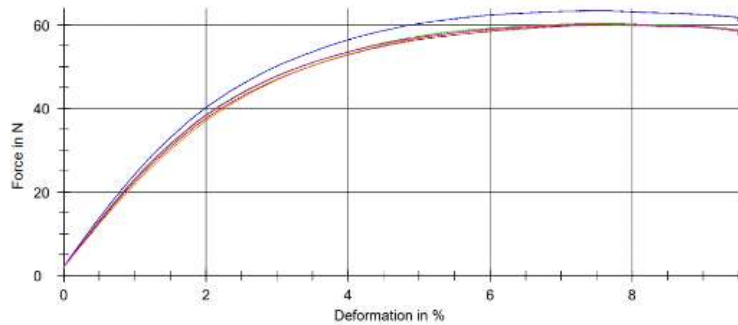


Figure 2a: Flextural graph of Virgin PP (%15 talc)

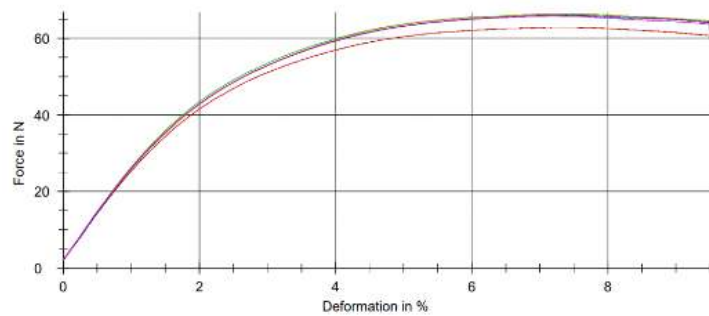


Figure 2b: Flextural graph of %35 Recycle PP (%15 talc)

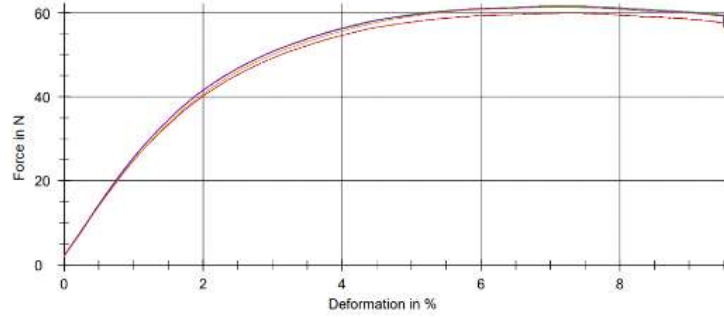


Figure 2c: Flextural graph of %85 Recycle PP (%15 talc)

Table 3. Flexural Modulus measurement results of samples

	Test	Condition	Standart	Unit	Result
Virgin	Flexural Modulus	Room Temperature	ISO 178	MPA	1360
%35 Recyle	Flexural Modulus	Room Temperature	ISO 178	MPA	1525
%85 Recycle	Flexural Modulus	Room Temperature	ISO 178	MPA	1520

Izod Impact Strength:

Izod Impact tests were performed according to ISO 180/A, with 2mm notched samples at room temperature. See table 4.

Table 4. Izod impact measurement results of samples

	Test	Condition	Standart	Unit	Result
Virgin	Izod Impact	Room Temperature	ISO 180/A	kJ/m ²	5,40
%35 Recyle	Izod Impact	Room Temperature	ISO 180/A	kJ/m ²	5,60
%85 Recycle	Izod Impact	Room Temperature	ISO 180/A	kJ/m ²	5,55

Melt Flow Index (MFI):

Melt Flow Index tests were performed according ISO 1133, with 2,16 kg load at room temperature. See table 5.

Table 5. *Melt Flow Index (MFI) measurement results of samples*

	Test	Condition	Standart	Unit	Result
Virgin	<i>MFI</i>	Room Temperature	ISO 1133	g/min	25
%35 Recycle	<i>MFI</i>	Room Temperature	ISO 1133	g/min	14,5
%85 Recycle	<i>MFI</i>	Room Temperature	ISO 1133	g/min	7

Conclusion and Discussion

In this paper, three polypropylene-based materials with a fixed talc content of 15% were investigated:

- virgin polypropylene (PP),
- PP with 35% recycled content,
- and PP with 85% recycled content.

The materials were characterized using density measurement, tensile modulus, flexural modulus, Izod impact strength, and melt flow index (MFI) tests in accordance with relevant ISO standards.

The Izod impact test results indicated no significant difference in impact resistance among the three formulations, suggesting that increasing recycled content up to 85% does not adversely affect the toughness under impact loading conditions.

In contrast, MFI values were observed to decrease with increasing recycled content. This trend suggests a possible increase in molecular weight or a decrease in chain scission during the recycling process, which may influence the processability of the material.

The flexural modulus values remained relatively consistent across all samples, indicating that the stiffness under bending conditions is not significantly affected by the recycled content. However, an increase in tensile modulus was observed as the recycled content increased. This may be attributed to changes in the polymer matrix structure or filler dispersion behavior in recycled blends, potentially resulting in higher rigidity under tensile loading.

These results demonstrate that increasing recycled PP content, while maintaining talc filler at a constant level, can influence certain mechanical and rheological properties without compromising impact strength, and may even enhance stiffness characteristics depending on the loading condition.

REFERENCES

1. Fekete, E. et al. (2021). Life cycle analysis of recycled vs virgin PP. ScienceDirect.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785321075969>
2. Polypropylene Compounds for Automotive Applications; “SUMITOMO KAGAKU”, vol. 2010-I ; Sumitomo Chemical Co., Ltd. Petrochemicals Research Laboratory Satoru MORITOMI Tsuyoshi WATANABE Susumu KANZAKI
3. Effects of talc and recycled PP content on the properties of polypropylene composites used in automotive applications.
4. Study on Recycling of Waste Glass Fiber Reinforced Polypropylene Composites: Examination of Mechanical and Thermal Properties

A Design Approach to Optimize Of The Occupant Knee Impact Forces During Frontal Collisions

Mehmet Enes YILMAZ¹

¹mehmetenes.yilmaz@tofas.com.tr; Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., Bursa/Türkiye
(ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0519-6893>)

Özet

Sonlu Elemanlar Analizi (SEA), FMVSS 201 uyumluluğunu sağlama hedefi ile otomotiv diz çarpma koruması için güvenlik açısından kritik bir braket tasarımı geliştirmek için kullanıldı. Amaç, braketin enerji emilimini iyileştirerek ve deformasyonunu kontrol ederek yolcunun dizlerine iletilen kuvveti optimize etmektir. Analiz, daha hızlı simülasyon çıktıları ve daha verimli tasarım denemeleri sağlayan explicit çözücü ile basitleştirilmiş bir diz çarpma simülasyonu yaklaşımı kullandı. Braketin geometrisi ve malzemesi, darbe yüklerini yönetmeye ve yapısal bütünlüğü korumaya odaklanarak SEA sonuçlarına göre yinelenmeli olarak iyileştirildi. Son optimize edilmiş tasarım, kontrollü plastik deformasyon yoluyla önemli ve iyileştirilmiş bir enerji emilimi gösterdi. Sonuç olarak, yeni brakete sahip gösterge paneli tüm FMVSS 201 yolcu koruma gereksinimlerini karşılamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gösterge Paneli, İç Mekan Çarpma, Önden Çarpma, Sonlu Elemanlar Analizi (SEA), Torpido Geliştirme, Yolcu Güvenliği

Abstract

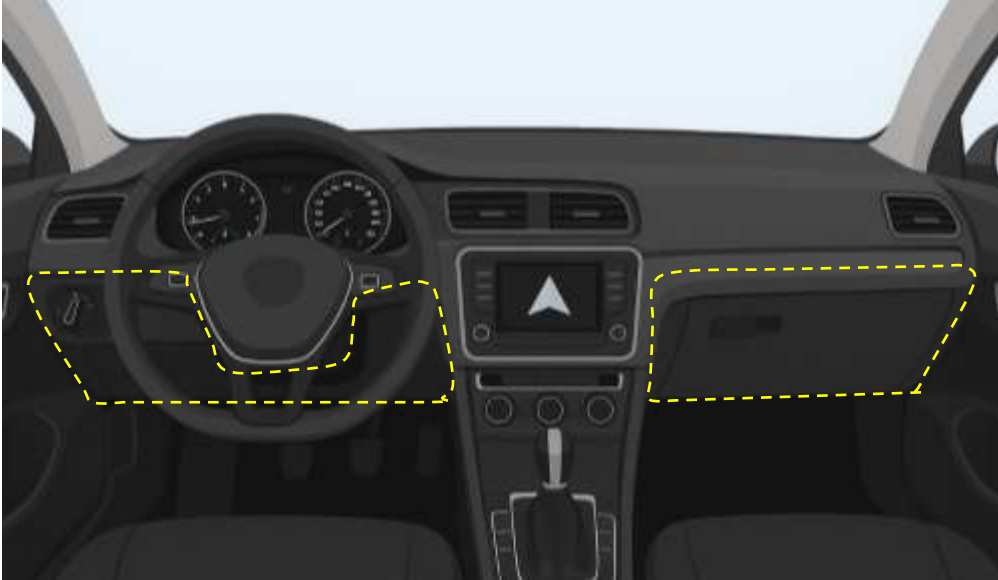
Finite Element Analysis (FEA) was utilized to develop a safety-critical bracket design for automotive knee impact protection, with the goal of achieving FMVSS 201 compliance. The objective was to optimize the force transmitted to the occupant's knees by improving the bracket's energy absorption and controlling its deformation. The analysis employed a simplified knee impact simulation approach with explicit solver, enabling faster simulation turnaround and more efficient design iterations. The bracket's geometry and material were iteratively refined based on FEA results, focusing on managing impact loads and maintaining structural integrity. The final optimized design demonstrated a significant and improved energy absorption via controlled plastic deformation. As a result, the dashboard with the new bracket meets all FMVSS 201 occupant protection requirements.

Keywords: Finite Element Analysis (FEA), Frontal Crash, Interior Impact, Instrument Panel, Occupant Safety, Dashboard development

GİRİŞ

Yolcu güvenliği, otomotiv endüstrisinde çarpışma dayanıklılığı ve biyomekanik performansta sürekli iyileştirmeyi yönlendirerek merkezi bir odak noktası olmaya devam etmektedir. Yolcu korumasını ele alan kritik düzenleyici standartlar arasında, önden çarpışmalar sırasında diz ve alt bacak yaralanmalarını en aza indirmeyi amaçlayan 201 ve 208 bölümü altında özel hükümler içeren Federal Motor Vehicle Safety

Standard (FMVSS) yer almaktadır. Önden çarpışma sırasında, emniyet kemeri olmayan veya emniyet kemeri takılı olmayan yolcular öne doğru hareket eder ve dizlerinin alt gösterge paneli yapısına çarpmasına neden olabilir. Bu tür darbelerin şiddetini değerlendirmek için FMVSS 201 ve 208, antropomorfik test cihazları (ATD'ler) veya insan vücudu model simülasyonları kullanılarak gösterge paneli bileşenlerinin test edilmesini ve değerlendirilmesini zorunlu kılar. Literatürdeki araştırmalar incelendiğinde, 2000'li yılların başından itibaren yapılan optimizasyon çalışmalarında, araç içi parça tasarımlarında yapısal dayanım ve enerji absorbe etme kapasitesi birlikte ele alınmıştır. Roychoudhury ve arkadaşlarının 2004 yılındaki çalışması[1], aktif diz koruma sistemlerinin (şişme diz yastıkları gibi) pasif yapısal desteklere göre önemli avantajlar sağladığını ortaya koymuştur. Ancak sonraki yıllarda gerçekleştirilen saha araştırmaları ve testler, diz hava yastıklarının tüm koşullarda istenilen etkiyi göstermediğini ve bazen diz ve tibia üzerinde yaralanma risklerini artırdığını göstermiştir. Bu bulgular, pasif enerji emici sistemlerin tasarımının hala büyük önem taşıdığını vurgulamaktadır. Literatürde bu çarpma değerlendirmeleri için tam araç modeliyle biyomekanik analizler[4] veya bir başlangıç hızına sahip basitleştirilmiş temsil modelleri[3] ile analizler gerçekleştirilmektedir. Biyomekanik simülasyon yazılımı son derece ayrıntılı insan vücudu etkileşim modelleri sağlar ancak karmaşık model kurulum gereksinimleri, uzun ön işlem ve çözüm süreleri, hızlı tekrar edilememesinden dolayı iş akışlarında sınırlı esneklik sağlaması gibi sebeplerden dolayı dezavantajları vardır. Bunların üstesinden gelmek için giderek daha fazla explicit çözücülere yöneliniyor ve daha hızlı simülasyon sonuç süreleri, basitleştirilmiş model ile ön işlem süresinin kısaltılması, doğru bir şekilde doğrusal olmayan malzeme ve temas davranışı modellemesi avantajlarıyla diz çarpma senaryosunun değerlendirilmesini sağlıyor. Bu çalışmada, basitleştirilmiş bir diz-tibia çarpma modeli kullanılarak diz çarpma senaryolarını simüle etmek için explicit bir çözücü ile yaklaşım yapılmıştır.



Analizde kullanılan temel performans ölçütü, gösterge paneli yapısının çarpma sırasında kuvveti nasıl emdiğini ve ilettiğini yansıtan kuvvet-yer değiştirme eğrisidir. Simülasyon sonuçları, güvenlik gereksinimlerine uyumu değerlendirmek için önceden tanımlanmış bir hedef koridor eğrisiyle karşılaştırılır. Enerji emilimini iyileştirmek ve hedef kriterlerini karşılamak için yeni bir braket tasarımı geliştirilmiş ve gösterge paneli yapısına entegre edilmiştir. Bu yeni braketin simülasyon çıktısının hedef performans eğrisine yaklaşması bu araştırmanın temelini oluşturmaktadır.

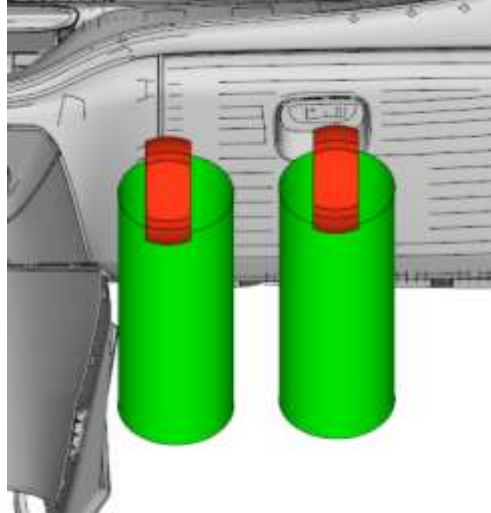
Resim 1: FMVSS yolcu ve sürücü için diz çarpma bölgesi alanı

YÖNTEM

Bu çalışma, explicit çözücü simülasyonu iş akışı kullanılarak diz darbesi senaryolarında gösterge paneli performansını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Metodoloji üç temel aşama etrafında yapılandırılmıştır: basitleştirilmiş diz modellemesi, açık çözücü için simülasyon kurulumu ve çözümü, hedef koridora göre kuvvet-yer değiştirme sonuçlarının yorumlanması.

Diz Modellemesi:

Tam bir biyomekanik diz kuklası yerine, diz-tibia yapısını temsil etmek için basitleştirilmiş bir çarpma aparatı kullanılır. Bu çarpma aparatı, çarpma sırasında bir insan dizinin ve tibiasının çarpma hacmini taklit etmek üzere tasarlanmış sert ve deforme edilemez elemanlardan oluşur. Bu yaklaşım, FMVSS gerekliliklerini karşılamak için gösterge panelinin geliştirilmesini kuvvet-deformasyon eğrileriyle değerlendirilmesini sağlar ve maliyetlerini önemli ölçüde azaltır.



Resim 2: Diz (kırmızı) ve tibia (yeşil) için basitleştirilmiş çarpma aparatları

Simülasyon ortamı:

Simülasyonlar, otomotiv çarpışma endüstrisinde yaygın olarak benimsenen explicit bir sonlu eleman çözücüsü kullanılarak gerçekleştirilir. Ön işleme adımı gösterge paneli tam araç modelinden çıkarılır ve aracın şasesine bağlı olduğu yerlerden sabitlenir. Gösterge panelinin metal, plastik ve köpük bileşenleri, deneysel testlerden veya malzeme kütüphanelerinden elde edilen doğrusal olmayan ve hasar modeline sahip malzeme özellikleriyle modellenir. Çarpıcı aparat yatayda belli bir açıyla çarpacak şekilde hizalanır ve sabit hızla gösterge paneli alt bölgesine doğru hareketlendirilir.

Sonuç eğrisinin değerlendirilmesi:

Simülasyonun çıktı ölçütü çarpma aparatı ile gösterge paneli arasındaki arayüzde kaydedilen kuvvet-yer değiştirme eğrisidir. Bu eğri şirketin sahip olduğu tecrübelerden elde edilen bir hedef koridor eğrisiyle karşılaştırılır. Düzgün enerji emme davranışı gösteren, hedef koridor eğrisinin dolaylarında olan ve izin verilen deplasmanda en yüksek kuvvetin belirli bir değeri geçmediği simülasyonlarda eğri kabul edilebilir olarak yorumlanmaktadır. Bu yöntem, braket geometrisi, malzeme değişikliği veya yapısal takviyeler gibi tasarım değişikliklerinin hızlı bir şekilde yinelenmesine ve değerlendirilmesine olanak tanır.

Simülasyonun kurulumu:

Cross Car Beam, gösterge paneli plastik komponentleri, kabin içi iklimlendirme üniteleri, bilgi ekranları, vites seçici bölgesi ve hava üfleçleri de dahil olmak üzere tüm gösterge paneli tam araç modelinden ayrıştırılır. Bu ayrıştırma diz çarpma bölgesine ve çevresindeki komponentlere odaklanır.

Sonlu elemanlar modeli ortalama 5 mm'lik ağ elemanlarıyla explicit çözücüye uygun olarak hazırlanmıştır. Genellikle kabuk elemanlar kullanmakla beraber hacimlerin temsil edilmesinde katı elemanlar, bağlantıların tanımlanmasında da bir boyutlu elemanlar kullanılmıştır.

Gösterge paneline ait komponentlerin malzeme tanımlamasında doğrusal olmayan davranışları gerçeğe en yakın şekilde temsil eden malzeme kartı tanımlamaları ve hasar modelleri kullanılmıştır. Böylece gösterge panelinin davranışı ve hasarı doğru şekilde temsil edilmiştir.

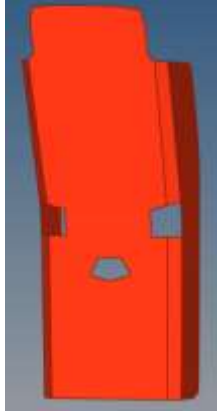
Gösterge paneli araç şasesine bağlı olduğu noktalardan altı serbestlik derecesinde de sabitlenmiştir. Çarpma aparatı istenilen açıda konumlandırılarak sabit hızda gösterge paneline doğru hareket ettirilmiştir. Hem gösterge paneli ve aparat arasına hem de gösterge panelinin komponentleri arasında olacak şekilde temas tanımlamaları gerçekleştirilmiştir.

Braket tasarımı:

FMVSS diz çarpma senaryolarında gösterge panelinin yapısal davranışı yolcu ve sürücünün yaralanma risklerini en aza indirmede kritik bir rol oynamaktadır. Bu yapısal davranışı optimize etmenin en etkili yöntemleri, çarpma bölgesinin rijitliğini arttırmak veya düşürmektir.

İlk gerçekleştirilen simülasyonda gösterge paneli kuvvet-yer değiştirme eğrisi gösterdi ki oluşan kuvvetler çok düşüktü, gösterge panelinin sertliğinin artması gerekiyordu. Yapılan bir kaç braket tasarımı denemesinden sonra yapı davranışı anlaşıldı ve özel bir braket ihtiyacı doğduğu anlaşıldı.

Tasarlanan yeni braket birbiri üzerine kapanan iki U profil brakettir. Yolcu tarafında bulunan U profil braketin kenar yüzeyleri yandan bakıldığında V şeklini alan bir boşaltma ile zayıflatılmıştır. Bu boşaltma yüzeyi deformasyon başlangıcı ve oluşacak kuvvetlerin kontrollü şekilde aktarılmasını sağlamaktadır. Ayrıca üzerine açılan zayıflatma delikleri ile katlanmanın tam istenilen noktada olması sağlanmaktadır. Motor tarafında bulunan U profil braket üzerinde de katlanma bölgesini kontrol eden zayıflatma delikleri mevcuttur. Bu iki U profil birbiri üzerine kapatılıp kenarlarından dikiş kaynağı ile birbirine sabitlenerek kare profil bir yapı elde edilmiştir. Elde edilen bu yapı Cross Car Beam üzerine dikiş kaynağı ile tutturulmuştur.



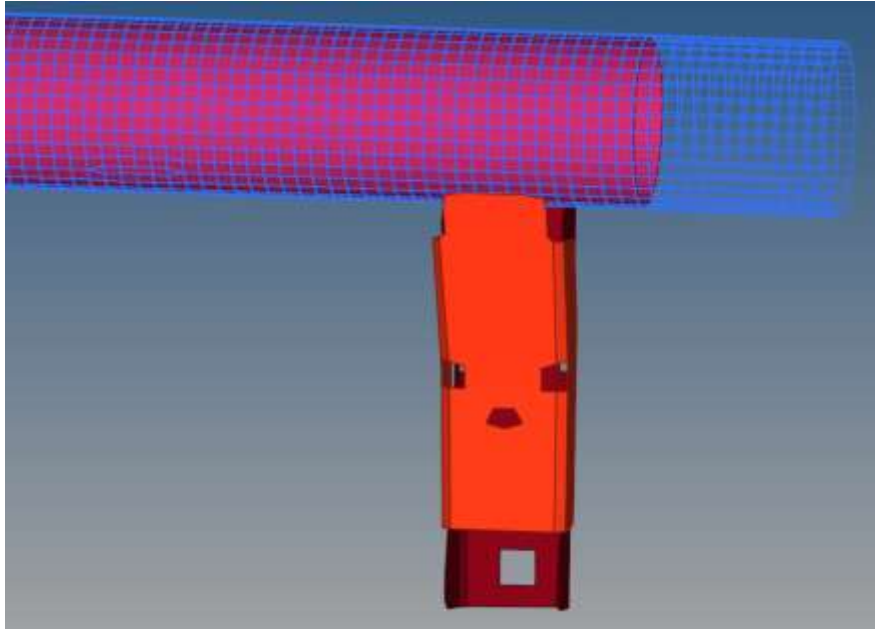
Resim 3



Resim 4

Resim 3: Motor tarafı U profil braket (üzerinde katlanma başlatıcı zayıflatma delikleri ile)

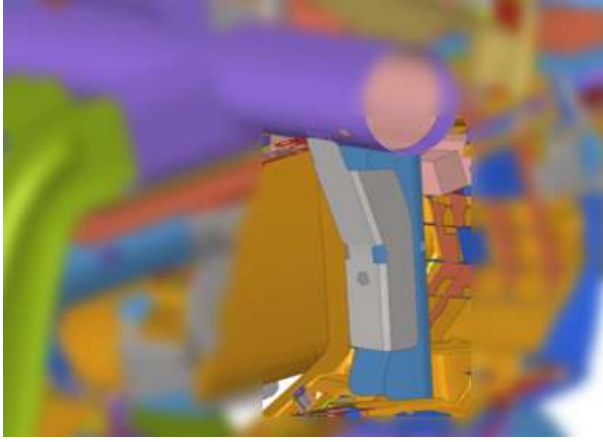
Resim 4: Yolcu tarafı U profil braket (yan yüzeyinde V şeklinde boşaltmalar ve katlanma başlatan zayıflatma delikleri ile)



Resim 5: Tasarlanan yeni braketin Cross Car Beam üzerinde montajlanmış görüntüsü.

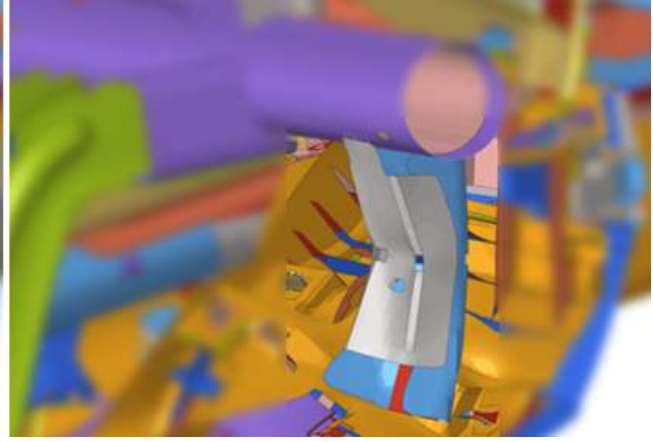
BULGULAR

Bu tasarımla yapılan simülasyonlarda braket geometrisinde istenilen katlanma davranışı elde edilmiştir. Bu katlanma fenomeniyle yüklerin kontrollü bir şekilde iletildiği görülmüştür. Kuvvet deplasman eğrisi de incelendiğinde hedef koridor eğrisine oldukça yaklaşılmıştır. Yaklaşık olarak %400 artış elde edilmiştir. Böylece braket ve diz çarpma aparatı arasında oluşan kuvvet-deplasman eğrisi trendinin hedef koridor eğrisi trendiyle benzer olduğu görülmüştür.



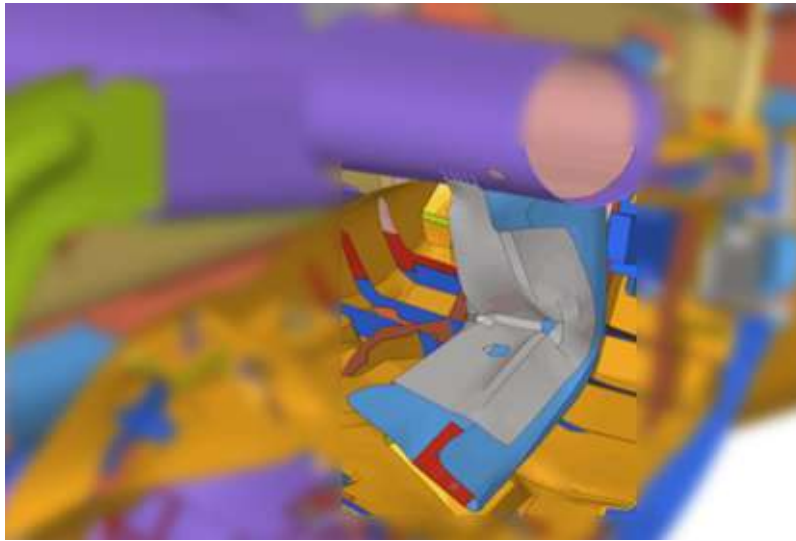
Resim 6

Resim 6: Braketin çarpma öncesi görüntüsü



Resim 7

Resim 7: Braketin çarpma sırasındaki görüntüsü



Resim 8: Braketin çarpma sonundaki görüntüsü



Resim 9 : Kuvvet deplasman eğrisi karşılaştırması

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma, explicit çözücü kullanılarak bir yaklaşım ile FMVSS diz çarpma gereksinimlerine uygun olarak gösterge paneli performansını değerlendirmek ve iyileştirmek için etkili ve pratik bir yöntem sunmaktadır. Geleneksel tam araç modeli çarpma analizi yerine basitleştirilmiş bir explicit simülasyon yaklaşımıyla analiz süresi, model kurulum ve ön işlem süresi, tasarım çalışma zamanındaki esneklik açısından önemli kazanımlar elde edilmiştir. Yeni tasarlanmış braket, gösterge panelinin kuvvet-yer değiştirme grafiğini hedefle uygun hale getirmiş, kuvvetin kontrollü şekilde aktarılmasını sağlamıştır. Bu çalışmayla elde edilen temel çıkarımlar şunlardır:

Basitleştirilmiş diz-tibia çarpma aparatı analizi, erken aşamadaki gösterge paneli geliştirme sürecine önemli katkılar sağlar ve kısa süren analiz-ön işlem süresiyle farklı denemeler yapmayı zaman açısından mümkün kılar

Simülasyon sonuçları, braketin FMVSS diz çarpma hedef koridoruyla uyumluluğunu göstererek katkısını doğrulamıştır.

Bu çalışma, yolcu korumasında yapısal optimizasyonun önemini vurgular ve explicit simülasyon yöntemlerinin doğru komponent tasarımıyla birleştirildiğinde, standartlara uygun güvenlik çözümlerini etkili bir şekilde sunabileceğini gösterir.

KAYNAKÇA

- [1] Roychoudhury, R., Conlee, J., Best, M., and Schenck, D., "Blow-Molded Plastic Active Knee Bolsters," SAE Technical Paper 2004-01-0844, 2004, <https://doi.org/10.4271/2004-01-0844>.
- [2] 49 CFR § 571.208 - Standard No. 208; Occupant crash protection, FMVSS.
- [3] Krishnaraj, Srikanth & Kulkarni, Kumar & Narayanasamy, Vikram & Thyagarajan, Ravi. (2003). Occupant Knee Impact Simulations: A Parametric Study. 10.4271/2003-01-1168.
- [4] Hoffenson, Steven & Papalambros, Panos. (2011). The impact of safety standards and policies on optimal automobile design. ICED 11 - 18th International Conference on Engineering Design - Impacting Society Through Engineering Design. 5.

Evaluation of Spot Weld and Bolt Configurations for Durability in Painting Line of Automotive Manufacturing

Fatih Eroğlu¹, Tamer Aydın²

¹ fatih.eroglu@tofas.com.tr; ;TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası, Bursa / Türkiye

²tamer.aydiner@tofas.com.tr; ;TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası, Bursa / Türkiye

Özet

Otomobil üretim süreci bir biriyle bağlantılı birçok prosesden oluşmaktadır. Bu proseslerdeki en ufak hatalar, gelecek diğer proseslerdeki işlemleri etkilemekte, prosese dahil olan insanların güvenliklerini tehlikeye düşürebilmekte, üretim maliyetlerini artırmakta ve sonuç olarak nihayi üründe defolu üretim oluşmaktadır.

Bu makalede, araç yalın gövde taşıma operasyonu sırasında spot kaynaklarda oluşan ayrılma probleminin, sonlu elamanlar methodu ile çözümü açıklanmış. Problem gözüken kaynaklar üzerine gelen eksenel kuvvetlerin hesaplanması sonucunda çözüm önerileri ile karşılaştırma yapılmış, eksenel kuvvetin azaldığı senaryodaki öneri fiziksel olarak prova edilmiştir.

Anahtar Kelimeler:SEA,NOKTA KAYNAK,DAYANIKLILIK.

Abstract

The automotive manufacturing consist various processes that are sequential and interconnected. The problem that encountered in one of the process, has crucial effect on the oncoming processes. For example, in assembly line, position tolerances of components has to be fullfiled, otherwise, desired time to complete assembly cannot be acheived. Furthermore, The occupational health consideration is vital parameter to be considered during any line of manufacturing. Any problem in manufacturing line eventually, causes cumalitive error resulted with defective product.

Durability performance in painting line has been diagnosed with finite element method. The physical conditions of painting line has represented with proper boundary conditions. The stress concentration seen spotwelds are evaluated by calculating axial force. The proposals for potential solution that includes addition of spotweld, the variation of 1, 2, 3 and 4 bolt connection, are solved with same boundary conditions. The minumum axial force calculated is accepted as succesful proposal that is physically tested in painting line.

Keywords: FEA, SPOTWELD,DURABILITY

INTRODUCTION

The automotive manufacturing process is a complex, multi-stage system comprising sequential and interdependent operations. From stamping and welding to painting and final assembly, each phase must operate efficiently and accurately to ensure the production of high-quality vehicles. Disruptions or errors in one stage can propagate throughout the entire line, resulting in increased cycle times, higher defect rates, and overall production inefficiencies (Groover, 2015).

A critical feature of automotive manufacturing is its dependence on precision. Tight tolerances, particularly during assembly, are vital to ensure proper fit, function, and safety. Deviations in component alignment or structural integrity can cause assembly difficulties, necessitate rework, or even lead to product failure (Benedict, 2020). Furthermore, occupational health and ergonomic factors are increasingly recognized as integral to production line design, influencing both worker safety and process stability (Wickens, Lee, Liu, & Gordon-Becker, 2013).

Among the various stages of vehicle production, the painting process occupies a unique position. It contributes not only to a vehicle's aesthetic appeal but also to its long-term durability and corrosion resistance. However, due to environmental influences, material transitions, and the sensitivity of surface treatments, the painting line is frequently exposed to performance challenges (Duffy, 2014). Stress concentrations—particularly at joints such as spot welds or bolted connections—can create structural vulnerabilities, which may manifest as durability issues after assembly (Zhang & Senkara, 2005).

This study focuses on evaluating and improving the durability performance of the painting line through Finite Element Method (FEM) simulations. A specific issue in the line involved stress accumulation at welded joints, which was analyzed in depth. Several design alternatives—including the addition of spot welds and adjustments in bolted joint configurations—were proposed and virtually tested under realistic boundary conditions. The optimal configuration, identified by minimizing axial force in critical regions, was subsequently validated through physical testing within the actual manufacturing environment.

METHODOLOGY

The methodology used in this study aims to evaluate the durability of joints in the automotive painting line, focusing on the stress concentrations around spot welds and potential improvements by integrating hybrid bolt-weld joints. The evaluation was done through Finite Element Method (FEM) simulations, and real-world observations were integrated with the model to ensure accuracy and relevance.

1. Problem Description & Assumptions

The primary focus of this study was on analyzing the durability of joints in the painting line of an automotive manufacturing process, particularly the spot welds. The research aimed to understand how stress concentrations around spot welds impact the durability of the structure, and how hybrid bolt-weld joints could mitigate these issues. The study is based on static loading conditions experienced during automated painting line movements.

To bridge the gap between theoretical simulation and real-world behavior, real images of the assembly line were compared with corresponding model simulations. The following images illustrate the problem area in both the real-world scenario and the FEM model. Real-world Image: This image captures a specific area of

the assembly line where spot welds are visible and indicate a region with stress concentrations around the spot welds. The image demonstrates the actual failure point in the body panel structure under the painting line's operational conditions. Model Image: This image shows the FEM simulation model, highlighting the stress concentrations around the spot welds in the same region as the real-world scenario. The image indicates the behavior of the joint and how the simulated stress distribution aligns with the observed failure points.

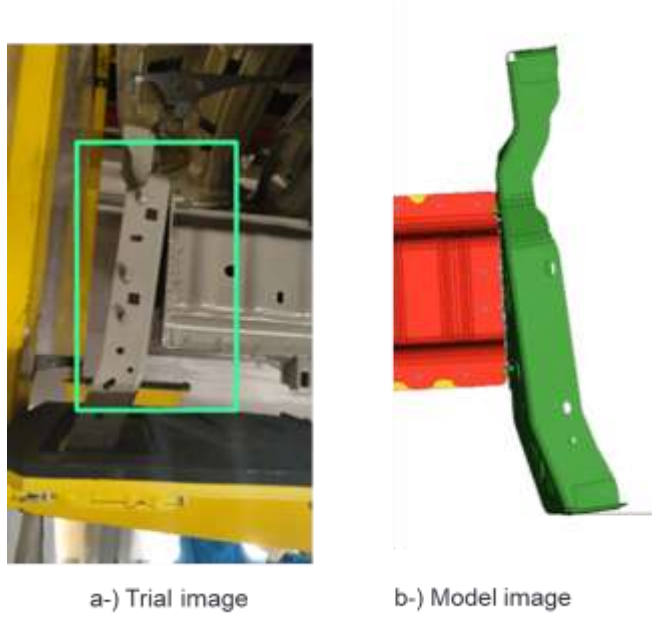


Figure 1: The problem shown in real painting line and captured with FEM model

By comparing these images, it is evident that the FEM model accurately captures the stress concentration areas seen in real-world observations, making it a reliable tool for predicting failure points and analyzing the effectiveness of proposed solutions.

2. Finite Element Model (FEM) Setup

The FEM model was developed using a commercial software to simulate the stress behavior in the body panels under various loading conditions. The model was designed to represent spot welds and potential bolt-weld hybrid joints in different configurations (1, 2, 3, and 4 bolts) to analyze their impact on stress distribution and durability.

Key assumptions for the FEM simulations were:

- A non-linear static analysis approach was used to evaluate stress distributions under static loads, neglecting time-dependent effects (e.g., fatigue or creep).
- Material behavior was assumed to be linear-elastic for non related regions, non-linear elastic behaviour for the hook contacted regions with considering plastic deformation or yielding

- The boundary conditions were chosen to reflect the real-world constraints of the painting line that the acceleration in gravitational axis as 2G and line longitudinal axis 1G is accepted suitable load scenarios.

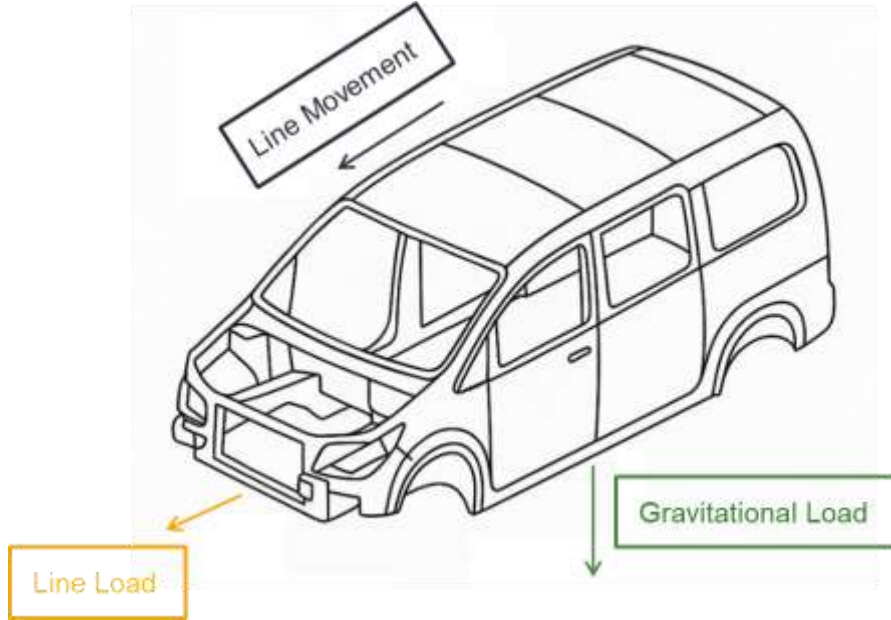


Figure 2: The model loading scenarios is presented above as 2G gravitational load and 1G Line movement load

3. Material Properties

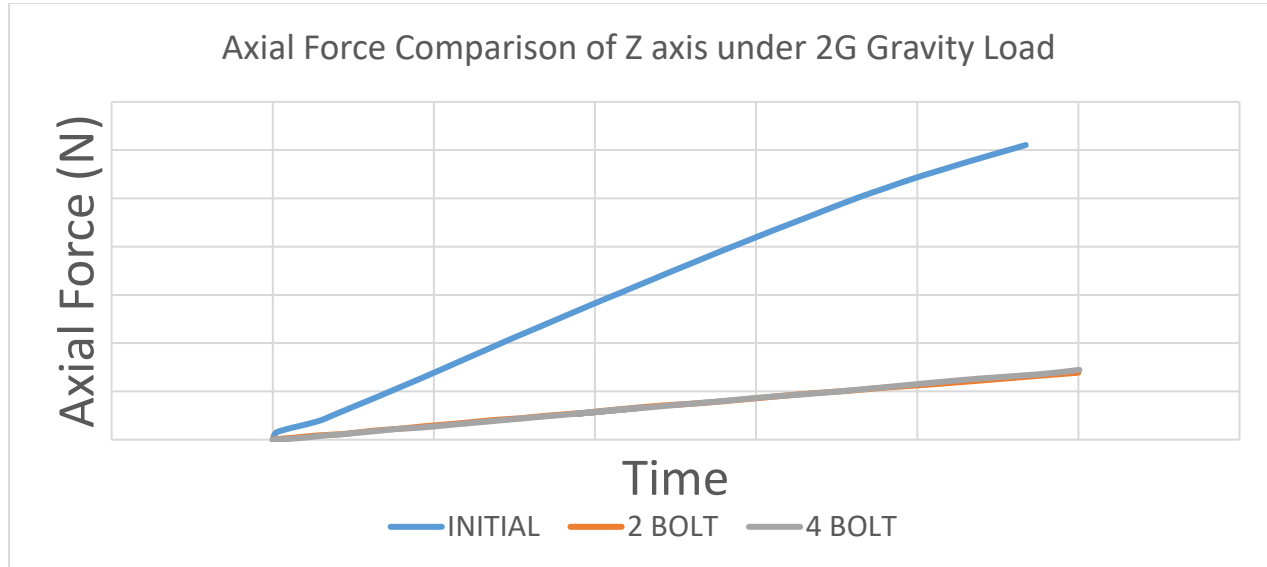
The materials used in the nonlinear static analysis were representative of those commonly employed in automotive manufacturing: High-Strength Steel (AHSS): The body panels were modeled using advanced high-strength steel (AHSS), characterized by a yield strength of 340 MPa and an elastic modulus of 210 GPa. Spot Welds: The spot welds were assumed to have material properties similar to the base material (AHSS) but with modified ductility, based on experimental data from the manufacturer. These properties allowed for modeling the behavior of the welds under varying stress conditions. Bolts for Hybrid Joints: The bolts used in the hybrid joints were modeled as high-strength steel, with a yield strength of 600 MPa and an elastic modulus of 210 GPa. These properties are typical for automotive fasteners that must withstand significant loads. Nonlinear Material Behavior in Hook-Contacted Areas: Nonlinear material properties were specifically applied to the components in direct contact with the hook structure. These areas were modeled to simulate potential plasticity and localized yielding due to the high-stress concentrations from the gravitational load and mechanical constraints.

RESULTS

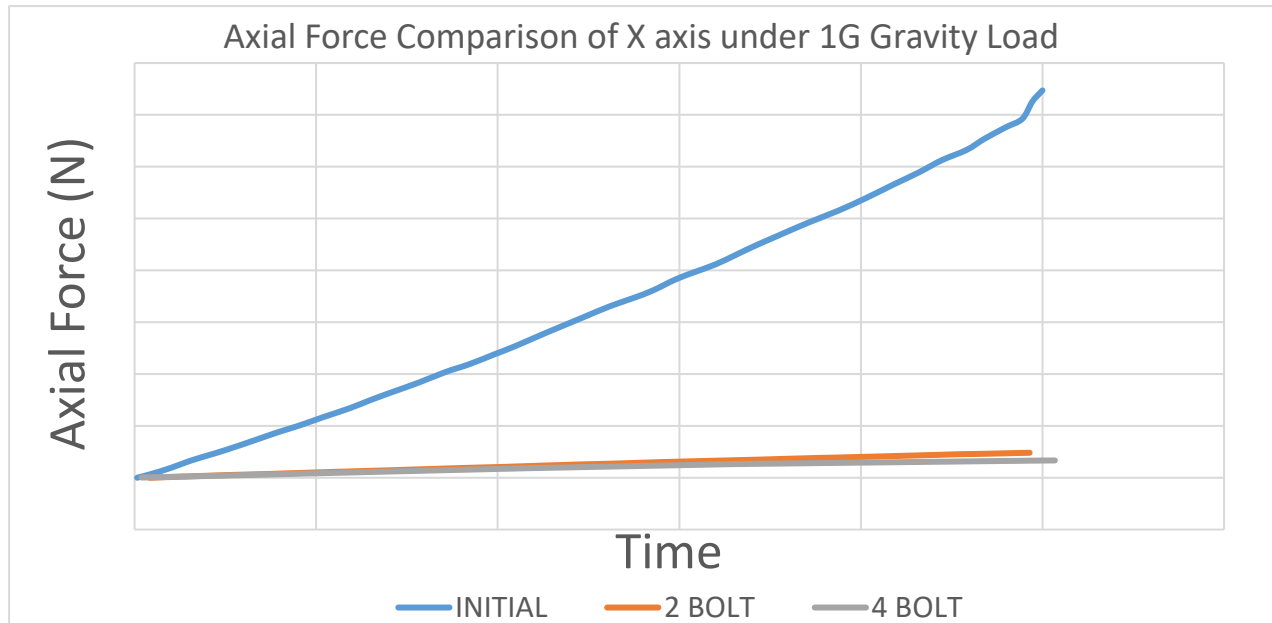
3.1. Initial Condition Axial Force vs. 2-Bolt and 4-Bolt Hybrid Joint Solutions

The analysis revealed a substantial difference in axial forces when comparing the baseline spot weld configuration to the 2-bolt and 4-bolt hybrid joint configurations. The axial force in the spot weld

configuration was considerably higher than in the hybrid joints, which increased the risk of spot weld failure in critical regions of the body panels, particularly near the hook attachment points.



Graph 1: Axial Force Distribution for Baseline (Spot Weld) and Hybrid Joints (2-Bolt & 4-Bolt) under 2G gravitational movement axis



Graph 2: Axial Force Distribution for Baseline (Spot Weld) and Hybrid Joints (2-Bolt & 4-Bolt) under 1G line movement axis

Above graph compares the axial forces in the baseline spot weld configuration with the 2-bolt and 4-bolt hybrid joints. The x-axis represents different configurations: Baseline (Spot Weld), 2-Bolt Hybrid, and 4-Bolt Hybrid. The y-axis of two graph shows axial force (in N) at critical joint locations. Baseline (Spot

Weld): The axial force in the baseline spot weld configuration was significantly higher, exceeding the spot weld failure threshold, which indicates the joint's risk of failure due to excessive stress. 2-Bolt Hybrid Joint: The 2-bolt hybrid joint showed a significant reduction in axial force, by approximately 75-80%, compared to the baseline configuration. This reduction brought the forces well within safe operational limits, reducing the risk of failure. 4-Bolt Hybrid Joint: The 4-bolt hybrid joint configuration resulted in the most substantial improvement, with axial force reduced by approximately 80-85% compared to the baseline. This configuration provided the best load distribution and ensured that the axial forces were well within the safety threshold.

3.2. Stress Concentration Comparison

The results further showed that stress concentrations around the spot welds were much higher compared to the hybrid joint configurations, which contributed to an increased risk of failure in the baseline configuration. The plastic strain distribution was evaluated across the three joint configurations to assess the extent of localized yielding and potential permanent deformation under operational loads. The results are illustrated in the comparative figure showing the plastic strain contours for each configuration.

Baseline (Spot Weld Only): In the initial configuration using only spot welds, a significant level of plastic strain was observed around the hook attachment region and near the spot welds. This indicates that the applied gravitational and longitudinal loads exceeded the elastic limit of the material in localized zones, leading to permanent deformation. This outcome supports the earlier observations of spot weld failures in real-world operations. 2-Bolt Hybrid Joint: With the introduction of two bolts in a hybrid configuration, the plastic strain was substantially reduced, particularly in the previously critical regions. However, minor plastic deformation still appeared around the bolt and weld interface, suggesting that while the load distribution was improved, the stress levels remained near the material's yield threshold in some localized areas. 4-Bolt Hybrid Joint: The 4-bolt hybrid joint configuration demonstrated the most effective stress redistribution. The plastic strain results revealed that the entire component remained within the elastic range, with no visible plastic deformation in the simulation. This indicates that the additional bolts provided a more uniform load path, significantly relieving stress from the weld regions and eliminating the risk of local yielding. The absence of plastic strain confirms the superior durability and structural integrity of this configuration under the given loading conditions.

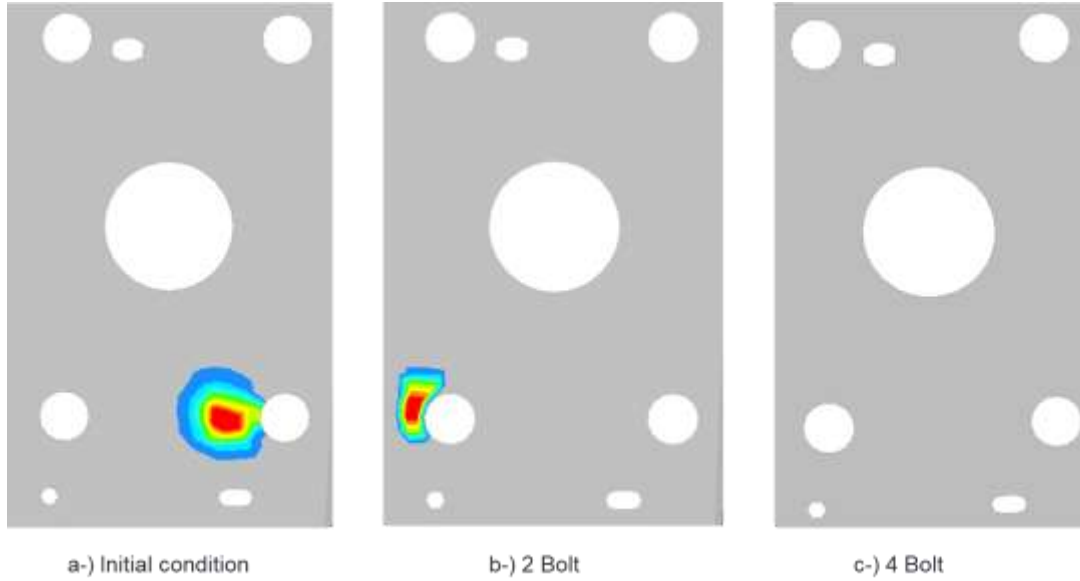


Figure 3: The plastic strain distribution over the hook contacted component for baseline spotweld configuration, 2 bolt hybrid, and 4 bolt hybrid joint configuration at 1G Line movement axis

The 2-bolt hybrid joint achieved a 75-80% reduction in axial force, while the 4-bolt hybrid joint demonstrated an 80-85% reduction compared to the baseline spot weld configuration. This reduction in axial force directly contributed to lower stress concentrations and improved joint durability.

CONCLUSION

The results from the FEM analysis and experimental validation suggest that integrating hybrid bolt-weld joints, particularly the 4-bolt configuration, significantly improves the durability and performance of joints in the automotive painting line. The reduction in stress concentrations and axial forces demonstrated in the study supports the potential for this solution to enhance manufacturing efficiency and product quality. The FEM analysis approach is robust, reliable tool to predict the industrial processes physics.

KAYNAKÇA

- Benedict, J. (2020). *Precision manufacturing: Principles, capabilities, and limitations*. Springer.
- Duffy, V. G. (2014). *Advances in human aspects of transportation: Part I*. CRC Press.
- Groover, M. P. (2015). *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing* (4th ed.). Pearson.
- Wickens, C. D., Lee, J. D., Liu, Y., & Gordon-Becker, S. (2013). *An introduction to human factors engineering* (2nd ed.). Pearson.
- Zhang, H., & Senkara, J. (2005). *Resistance welding: Fundamentals and applications*. CRC Press

Energy-Efficient Direct Quenching Using Forging Heat to Reduce Heat Treatment Steps

Öykü Su Öz¹, Büşra Efe Kartalmış¹, Buğrahan Sancılı², Mustafa Şirin

¹E-mail: oyku.suoz@tofas.com.tr / Busra.EfeKartalmis@tofas.com.tr

TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş

²E-mail: bugrahan.sancili@kanca.com.tr / mustafa.sirin@kanca.com.tr

KANCA

Özet

Bu çalışmada, 40CrMo4 çelik süspansiyon bileşenlerinin üretiminde geleneksel su verme ve temperleme ısıtma işleminin yerine doğrudan su verme kullanılması potansiyeli araştırılmıştır. Dövme işlemi sırasında ısıtılan malzeme, herhangi bir yeniden ısıtma işlemi yapılmadan doğrudan su vermeye tabii tutulmuştur. İşlemden üç farklı su verme ortamı uygulanmıştır: Polimer-su karışımı, tuzlu su ve yağ. Her su verme yönteminin etkileri mekanik özellikler, mikro yapısal değişiklikler ve yüzey açısından incelenmiştir. Bu değerlendirmeler sertlik testi, optik mikroskopi ve manyetik parçacık muayenesini (MPI) içermektedir. Üç ortam arasında yağ bazlı su verme yöntemi, termal çatlaklara neden olmadan istenen sertliğe ulaşarak en iyi sonuçları vermiştir. Bu, yağ bazlı söndürmeyi, ek termal işlem adımları olmadan hem dayanıklılık hem de performans sunan endüstriyel uygulamalar için umut verici ve etkili bir alternatif haline getirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğrudan su verme, süspansiyon komponentleri, 40CrMo4, temperleme, mikroyapı, manyetik parçacık muayenesi, sertlik

Abstract

This study investigates the potential of direct quenching as a replacement for the traditional quench and temper heat treatment in the manufacturing of 40CrMo4 steel suspension components. The material, heated during the forging process was directly quenched without any reheating. Three different quenching media were applied in the process: a polymer-water mixture, brine, and oil. The effects of each quenching method were examined with respect to mechanical properties, microstructural changes, and surface integrity. These assessments included hardness testing, optical microscopy, and magnetic particle inspection (MPI). Among the three media, the oil-based quenching method gave the best results

by reaching the desired hardness without causing thermal cracks. This makes oil quenching a promising and effective alternative for industrial applications, offering both durability and performance without additional thermal treatment steps.

Keywords: : Direct quenching, suspension component, 40CrMo4, tempering, microstructure, MPI, hardness

1.INTRODUCTION

Suspension systems are vital for maintaining vehicle stability, comfort, and safety. They absorb road irregularities and ensure continuous tire contact, which is essential for effective handling and braking [1]. These systems must withstand both static and dynamic loads caused by vehicle weight, acceleration, braking, and uneven terrain.

Because suspension components are constantly exposed to cyclic loading, they require materials with high strength and fatigue resistance. Without sufficient durability, critical parts like control arms or springs can fail, compromising vehicle safety [2]. To meet these demands without excessive weight, manufacturers often use high-strength steels, aluminum alloys, or composites [3]. Suspension system is key not only to ride comfort but also to ensuring safe and reliable vehicle operation under varying road and driving conditions. Components subjected to high mechanical loads are traditionally manufactured using hot forging followed by quenching and tempering heat treatment. While this conventional process ensures the required mechanical properties, it often involves significant energy consumption and extended processing time, leading to increased production costs.

This study investigates the effectiveness of an alternative approach known as "direct quenching," in which the forging heat is utilized immediately for quenching without reheating. The aim is to evaluate whether this method can serve as a viable replacement for the conventional heat treatment process, particularly in terms of efficiency and material performance.

After hot forging, heat treatment is commonly applied to improve the mechanical properties of metal components. Among these treatments, **quenching** and **tempering** are widely used, especially in steel parts. **Quenching** involves rapid cooling from a high temperature to increase hardness and strength by forming a martensitic structure. However, this process also introduces brittleness and internal stresses [4].

To reduce these drawbacks, **tempering** is performed by reheating the material to a moderate temperature, which improves toughness and ductility while maintaining adequate strength [5].

Together, quenching and tempering provide a balanced combination of strength and toughness, making them essential for components subjected to high mechanical demands. Direct quenching is applied as an alternative to conventional heat treatment in order to improve process efficiency and reduce manufacturing costs. In traditional methods, forged parts are reheated before quenching, which increases both energy consumption and cycle time. Direct quenching eliminates the reheating step by using the residual heat from forging for immediate quenching.

2.METHODOLOGY

The material selected for this study was 40CrMo4 steel, a medium-carbon alloy steel commonly used in applications requiring high strength and toughness. The forging process was conducted within a temperature range of 1250–1270 °C, ensuring sufficient plasticity for deformation while maintaining a fine austenitic grain structure conducive to subsequent heat treatment.

Immediately after forging, the components were subjected to a direct quenching process, taking advantage of the retained heat in the material. The quenching was performed at approximately 850 °C—without reheating—into three different quenching media, each chosen for its distinct cooling characteristics and impact on microstructural evolution:

- **Trial 1 – Polymer Quench:** A 10% solution of Aquatensid in water was used as a polymer-based quenching medium. This mixture offers controlled cooling rates and is often preferred to reduce thermal shock and distortion, while still achieving sufficient hardness.
- **Trial 2 – Salt Water Quench:** A 5% solution of rock salt (NaCl) in water was used to enhance the cooling intensity compared to plain water. Salt increases the boiling point of the solution and reduces the vapor blanket effect, resulting in faster heat extraction and potentially higher hardness, albeit with increased risk of quench cracking.
- **Trial 3 – Oil Quench:** Marquench 722 quenching oil was employed as a conventional oil-based medium. Oils provide a slower and more uniform cooling rate, which helps to minimize internal stresses and deformation, making them suitable for complex geometries or precision parts.

After quenching, all samples were subjected to a tempering treatment at 610 °C. This step was carried out to reduce brittleness introduced by the formation of martensite during quenching, while promoting a balance of strength and toughness suitable for the intended mechanical application.

3.RESULTS

3.1 Mechanical Properties

Brinell hardness testing was performed on the forged part after tempering. This method is preferred for forged materials due to its ability to average hardness over a larger area, minimizing the effects of microstructural inhomogeneity.

- **Polymer media:** Surface hardness: 315 HB; Core hardness: 310 HB
- **Brine media (water+salt):** Surface hardness: 310 HB; Core hardness: 304 HB
- **Oil media:** Surface hardness: 303 HB; Core hardness: 300 HB

Table 1. Hardness Comparison

	Polymer Media	Brine Media	Oil Media
Surface Hardness	315 HB	310 HB	303 HB
Core Hardness	310 HB	304 HB	300 HB

3.2 Microstructure

Microstructure for 3 different trial shows that microstructure is tempered martensite.



Figure 1,2: Direct quenching of polymer media microstructure results

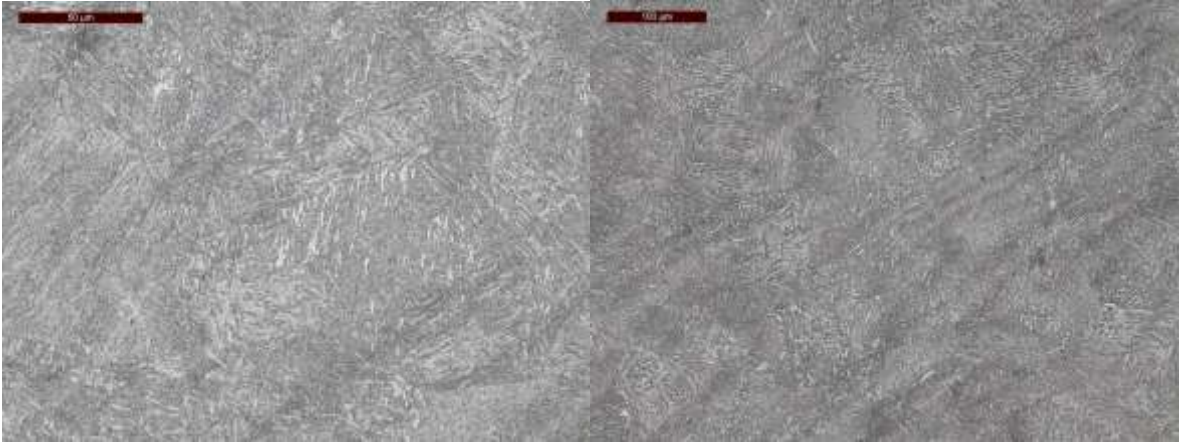


Figure 3,4: Direct quenching of brinel media microstructure results

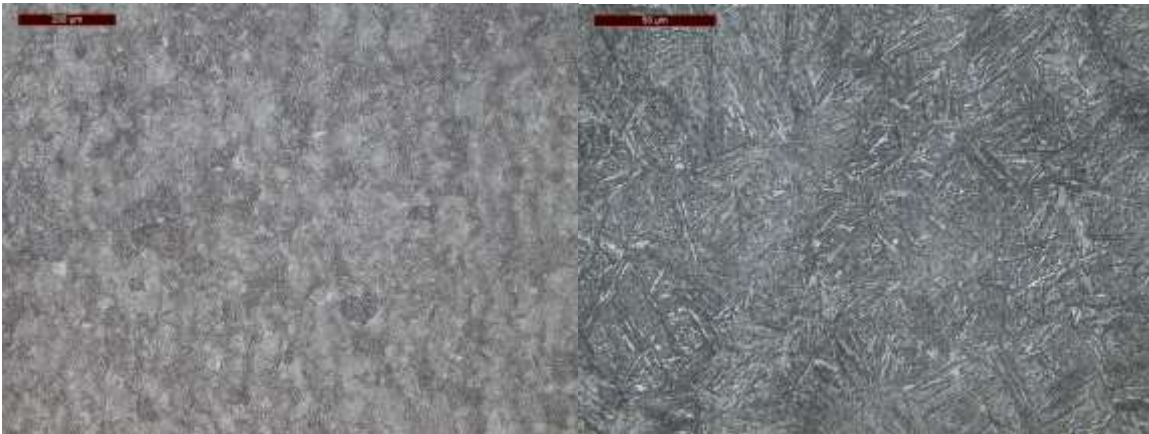


Figure 5,6: Direct quenching of oil media microstructure results

3.3 Surface Cracks

According to MPI results, stress cracks were detected in samples quenched in polymer-based and brine solutions. In contrast, no crack formation was observed in samples quenched in oil.

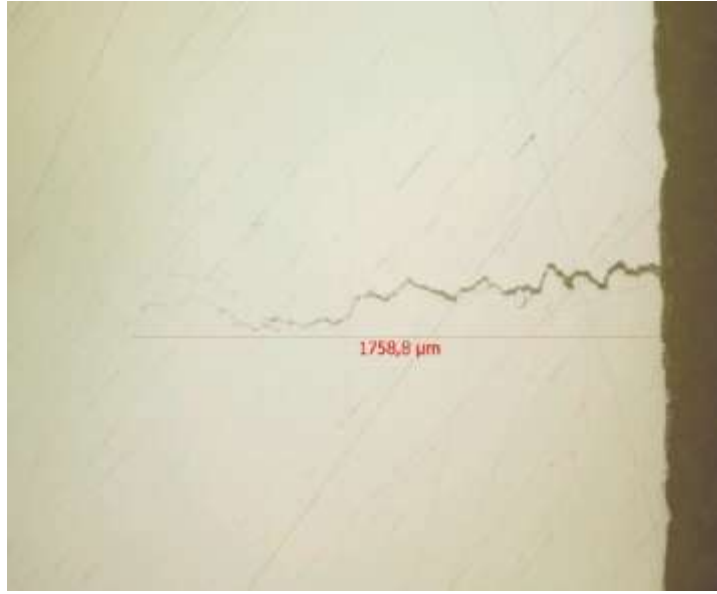


Figure 7. MPI crack control results in direct quenching in polymer water medium



Figure 8. MPI crack control results in direct quenching in brine media

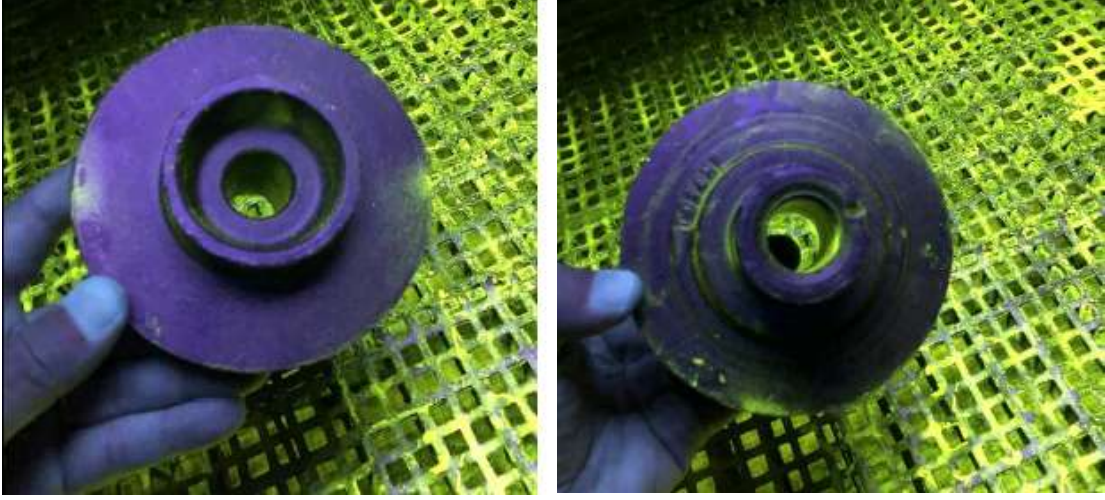


Figure 9,10: MPI crack control results in direct quenching oil media

3.4 Fiber Flow Control

After parameter changes, fiber flow of the parts was observed. It was confirmed that fiber flow was not affected by heat treatment parameters.



Figure 11. Fiber flow for direct quenching in polymer media



Figure 12. Fiber flow for direct quenching in brine media



Figure 13. Fiber flow for direct quenching in oil media

4.RESULTS AND DISCUSSION

The results demonstrate that direct quenching following the forging process is capable of meeting the necessary mechanical performance requirements. However, among the quenching media evaluated, the use of Marquench 722 oil proved to be the most effective in preventing crack formation, likely due to its ability

to reduce thermal stresses during cooling. These findings suggest that, with appropriate medium selection, direct quenching can serve as a practical and industrially applicable alternative to conventional heat treatment processes, especially for forged components where both strength and structural integrity are critical.

Further studies

In order to utilise this process in the mass prodction, a stable quenching medium should be maintained in the production line. Since the medium is affected by the incoming heat load, the temperature increases by time, affecting the stability of the hardness values in the parts and also increasing the danger of the quenching oil to get fire. These aspects could be studied to design a stable and safe quenching equipment.

REFERENCES

- [1] Gillespie, T. D. (1992). *Fundamentals of Vehicle Dynamics*. Society of Automotive Engineers
- [2] Reimpell, J., Stoll, H., & Betzler, J. W. (2001). *The Automotive Chassis: Engineering Principles*. SAE International.
- [3] Rajamani, R. (2012). *Vehicle Dynamics and Control*. Springer Science & Business Media
- [4] Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). *Materials Science and Engineering: An Introduction*. Wiley.
- [5] Totten, G. E., & Howes, M. A. H. (1997). *Steel Heat Treatment Handbook*. CRC Press.

An Alternative Way for Dust Cleanability Using Electrostatic Charging Method on Instrumental Panel in Automotive Industry

Ahmet Muhammed ALEMDAR¹

1) Tofas Turk Otomobil Fabrikası R&D Center, Bursa, Turkey
ahmet.muhammetalemdar@tofas.com.tr

Özet

Otomotiv iç triminde meydana gelen tozlar hem araç görünümünü hem de kullanıcıyı sağlık yönünden olumsuz etkilemektedir. Araç içi tozlanmanın önlenmesi veya meydana gelen tozların kolay bir şekilde temizlenmesi için araba üreticilerin bu konuda çok fazla çalışmaları mevcuttur. Bu çalışmalar özellikle torpido bölgesinde meydana gelip, torpido bölgesinin kaplanması, ilgili bölgenin iyonizer bir şekilde temizlenmesine kadar geniş bir yelpazede toplanmış durumdadır. Araç içi tozlanmanın bir diğer ana etmeni araç klima sistemidir. Klima sisteminden oluşan hava akımı cam kapı ve yolculardan gelen tozların araç içerisine dağılmasına neden olur. Klima sisteminin kullanımın sonlandırılması ile havada uçan tozlar özellikle geniş bir yüzey alanına sahip olan ve doğrudan kullanıcı dikkatini çekecek bölge olan torpido üzerinden birikmektedir. Bu çalışmada, elektrostatik yükleme yardımıyla araç içerisindeki özellikle torpido üzerindeki tozların temizlenmesi amaçlanmıştır. Araç torpidosunun pozitif iyon (+), klima ünitesinden çıkan havanın ise negatif iyon yüklenmesini konu alan bu çalışmada farklı yükler sayesinde mevcuttaki tozların taşınması ve araç içi temizliğin klima kontrol ünitesiyle yapılması planlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İyon, Elektrostatik Klima, Torpido, Toz

Abstract

Dust in automotive interior trim negatively affects both the appearance of the vehicle and the health of the user. In order to prevent in-vehicle dusting or to clean the dust easily, car manufacturers have a lot of studies on this subject. These studies are gathered in a wide range of areas, especially in the instrumental panel area, from coating the instrumental panel area to cleaning the relevant area in an ionizer way. Another main factor of in-vehicle dusting is the vehicle air conditioning system. The air flow from the air conditioning system causes dust from the glass doors and passengers to disperse inside the vehicle. When the air conditioning system is discontinued, the dust flying in the air accumulates on the dashboard, which has a large surface area and directly attracts the attention of the user. In this study, it is aimed to clean the dust inside the vehicle, especially on the dashboard, with the help of electrostatic charging. In this study, which focuses on the positive ion (+) charge of the vehicle instrumental panel and the negative ion charge of the air coming out of the air conditioning unit, it is planned to carry the existing dust by means of different charges and to clean the interior of the vehicle with the air conditioning control unit.

Keywords: Ion, electrostatic, clima, Instrumental Panel, dust

1.GİRİŞ

İklimlendirme mekanizmaları araç içerisinde ki havanın sirkülasyonu ve dışarıdan temiz hava alınması görevlerini yerine getirmek için hazırlanmış mekanizmaların tamamıdır. Bu mekanizmanın çalışması sırasında hava hareketi meydana gelmektedir. Havalandırma sisteminin meydana getirdiği hava hareketinin durması sonrasında, toz partikülleri aracın çeşitli konumlarında birikmektedir. Hem insan sağlığı açısından hemde görsel etkisinden dolayı, araç içerisindeki havada bulunan partiküllerin temizlenmesi önem arz etmektedir.

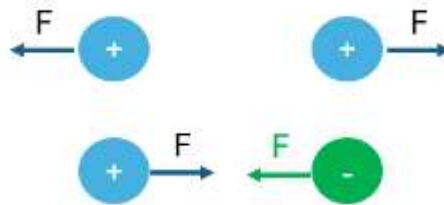
Yakın zamana kadar araç havalandırma sistemleri dışarıdan aldıkları havayı doğrudan araç içerisine göndermekteydi. Günümüz araçlarında araç içerisine giren hava partikül filtresi ile süzülükten sonra kabin içerisine gönderilmektedir. Bu sayede 3 mikron değerine kadar olan partiküllerin filtrelenerek ortamda ki tozların azaltılması mümkün hale geldi.

Her ne kadar dış ortamdaki hava kabin içerisine filtrelenerek alıyor olsa da, yolcuların araç içerisine girmeleri sırasında kıyafet ve ayakkabıları üzerinden toz partikülleri araç içerisine taşınabilmektedir.

Yapılan bu çalışmada toz partiküllerinin hava hareketi ile taşınması sonucuyla torpido üzerinde birikmesinin azaltılabilmesi için, toz moleküllerinin **Coulomb** yasası (Şekil 1) [1] ile oluşturulacak itme ve çekme kuvveti kullanılarak torpidodan uzaklaştırılmasının kolaylaştırılması çalışılmıştır.

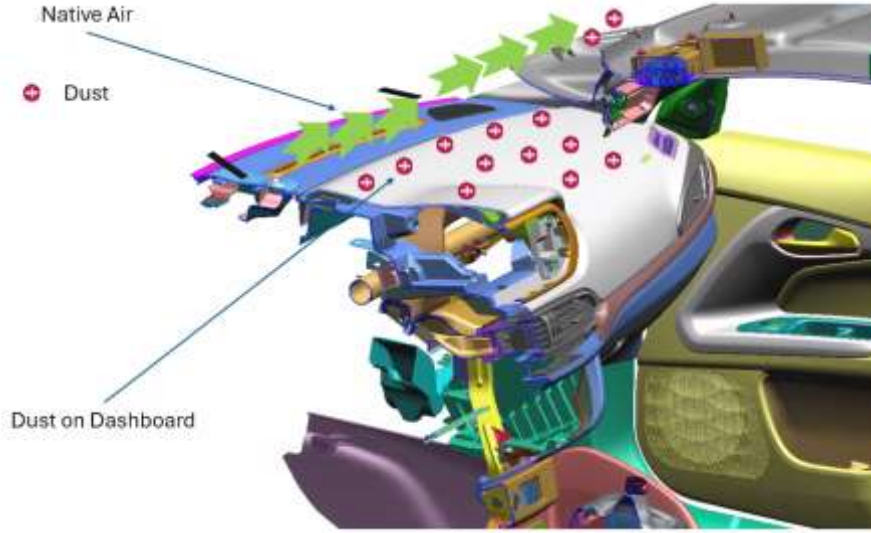
2. YÖNTEM:

Toz molekülleri doğal ortamda pozitif (+) yüklü olarak bulunurlar. Coulomb yasasına [1] göre aynı iyon yüklü moleküller birbirlerini uzaklaştırıcı yönde, farklı iyon yüklü moleküller ise birbirlerini çekme yönünde kuvvet uygularlar (Şekil 1). Meydana gelen bu kuvvet uzaklık ile ters orantılıdır.



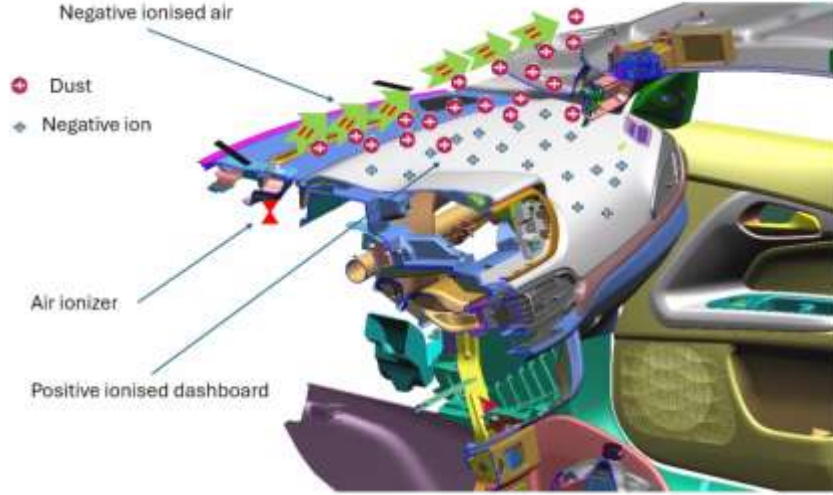
Şekil 1: Coulomb yasası

Araç içerisinde ki ortamda bulunan toz molekülleri havanın mekanik hareketi ile kabin içerisinde taşınmaktadırlar (şekil 2)



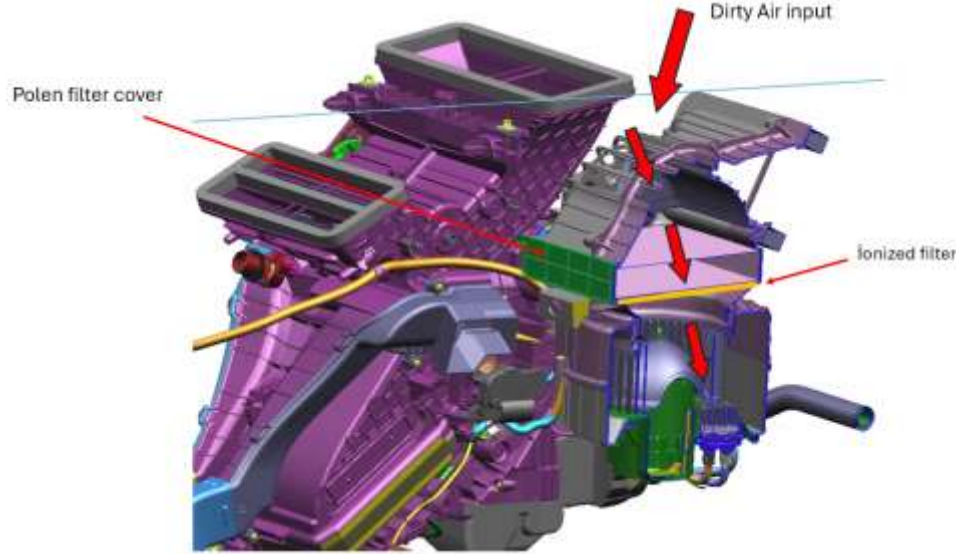
Şekil 2 mekanik taşıyımındaki hava molekülleri

- Elektronik devre ile elde ettiğimiz, başlangıç için 12 kV 0,02A DC değerinde ki negatif (-) akımı havalandırma kanalından gelen havanın çıkışına uyguladığımızda, negatif (-) iyon yüklenmiş bir hava akışı elde edebiliriz. Toz molekülleri Coulomb'un kütle çekim yasasının farklı iyon yüklerinin bir araya gelerek oluşturduğu çekme kuvveti etkisi ile birlikte hareket edebilirler(Şekil 3). [1],[2]
- Araç torpidosu üst yüzeyini mikro metal partikülleri içeren bir solüsyon ile kapladığımızda; PP plastik malzeme üzerinde elektrik akımını iletme mümkün olabilir. Alternatif bir metod olarak ise elektrik iletimi sağlayan, elektronik devreler için üretilmiş yapışkan bantlar kullanılabilir.
- Elektronik devre ile elde ettiğimiz 1kV 0,02A DC pozitif (+) akım ile torpido üst yüzeyini iyon yükleyerek ikinci bir iyonlanmış yüzey elde edebiliriz. Elde edilen pozitif yüklenmiş torpido yüzeyinin toz moleküllerine, Coulomb yasası gereği uygulayacağı itme kuvveti ile yüzeyden yukarı yönde uzaklaştırılması sağlanabilir. Böylece hareket halindeki negatif iyonlanmış hareket halinde ki havaya yakınlaşmaları sağlanabilir. Ayrıca bu itme kuvveti yardımıyla havadaki asılı olan toz partiküllerinin torpido üzerine düşmeleri önlenmiş olacaktır(Şekil 3). [1],[2]



Şekil 3 İyonlanmış hava akımı ve iyonlanmış torpido yüzeyi

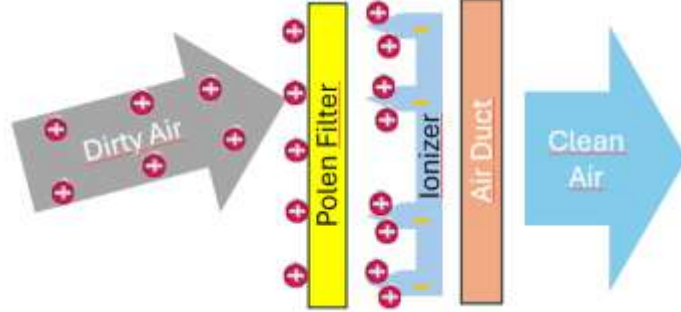
Mekanizmaya eklenen diğer bir eleman ise kabin içerisinde döngü hareketinde bulunan havanın polen filtresi sonrasına (Şekil 4) ikinci bir negatif ionizer (Şekil 5) eklenmesidir.



Şekil 4 Döngü hareketi sonrası gelen havanın polen filtresi ve iyonize edilmiş filtre konumu gösterimi

Bu sayede hava içerisinde süpürülme hareketi ile dönüş hattına gelen tozlar polen filtresine kadar ulaşabilirler. Araçlarda kullanılan polen filtrelerinin temizlemediği, 3 mikron dan küçük boyutlardaki toz moleküllerinin filtreden geçmesi durumunda; elektrostatik filtreye kadar ulaşmaları beklenir. Burada pozitif (+) iyon yüklü toz partiküllerinin negative iyon yüklü metal filtre üzerine Coulomb yasası gereği(farklı birbirlerine doğru oluşturduğu çekme kuvveti ile) tutunmaları beklenmektedir (Şekil 5).

[1],[2]



Şekil 5 Farklı iyon yüklenmiş elektronların birbirlerine uyguladıkları kuvvet etkisiyle metal plaka üzerinde toplanması elektrostatik (mekanik) filtre çalışması

3. SONUÇ:

Havalandırma Sistemi çıkışına uyguladığımız negatif (-) ve torpido üst yüzeyine uyguladığımız pozitif (+) iyon yüklerinin bir birlerini nötralize ederek yolcularda herhangi bir etki bırakmaması öngörülmüştür. Hava kanalından gelen havada ki çekme kuvveti ile torpido üzerinde ki itme kuvvetinin toz partikülleri üzerinde birleşerek daha yüksek bir hareket kabiliyeti oluşturması ön görülmüştür.

Araç içerisinde döngü halinde ki havanın; havalandırma kanalına girmeden negatif elektrik akımı ile iyonize edilmiş metal filtre ile temizlenerek dönüş hattında getirilen tozlardan arındırılması öngörülmüştür. Coulomb'un kütle çekim yasasının toz molekülleri üzerinde etki göstermesiyle; havadaki toz partiküllerini döngü hareketinde bulunan negatif(-) yüklenmiş hava ile ortamdan süpürülmesi beklenmektedir.

Kullanılan sistem ile yolcuların maruz kaldıkları havanın temizlenmesinin yanında torpido üzerindeki tozların uzaklaştırılması öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] [Methods in Geochemistry and Geophysics](#)

Chapter One - Coulomb's Law and Stationary Electric Field

A.A. Kaufman, B.I. Anderson

[https://doi.org/10.1016/S0076-6895\(10\)44001-9](https://doi.org/10.1016/S0076-6895(10)44001-9)

[2] Development of electrostatic removal system for application in dust removal from Martian spacesuits

Benjamin M. Griggs, Lucinda Berthoud

Department of Aerospace Engineering, University of Bristol, Queen's Building, University Walk, Bristol,
BS8 1TR, UK

<https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2024.02.016>

Kızılırmak Havzasında Dalgacık Tabanlı Yapay Sinir Ağları ile Aylık Akışların Tahmini
Cemil KAYA¹, Turgay PARTAL²

¹E-mail: cemilkaya9755@gmail.com; Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Samsun / Türkiye. ORCID:0009-0005-7048-3073

²E-mail: turgay.partal@omu.edu.tr; Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Samsun/ Türkiye. ORCID:0000-0002-3779-441X

Özet

Bu çalışmada, Kızılırmak havzasında Dalgacık tabanlı Yapay Sinir Ağları ile aylık akışların tahmini amaçlanmaktadır. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilen dört akım gözlem istasyonuna ait aylık ortalama akışlar kullanılmıştır. 2003-2022 yılları arasındaki 20 yıllık 240 adet aylık ortalama akışların 190'ı eğitim setinde, 50'si test setinde olmak üzere girdi verisi olarak MATLAB programında kullanılmıştır. Modellerde girdi olarak bir, iki, üç ve dört ay önceki ortalama aylık akım verileri kullanılırken, çıktı olarak gözlenmiş aylık ortalama akım verileri kullanılmıştır. 240 adet ortalama akım verisi üzerinde Ayrık Dalgacık Dönüşümü yöntemi uygulanmış, uygulanan bu yöntemle bulunan veriler girdi verisi olarak Yapay Sinir Ağları metodunda kullanılarak Dalgacık tabanlı Yapay Sinir Ağı oluşturulmuştur. Sadece YSA model yapısı uygulanarak tahmin edilen akım sonuçlarıyla D-YSA model yapısı uygulanarak tahmin edilen akım sonuçları saçılma diyagramları, tahmin edilen-gözlenen akımların zamansal dağılımı ve gözlenmiş akım-tahmin edilen akım histogramları üzerinden kıyaslama yapılarak hangi model yapılarının en iyi performansı sağladıkları bulunmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aylık ortalama akışlar, Dalgacık Dönüşümü, Devlet Su İşleri Yapay Sinir Ağları

Abstract

In this study, it is aimed to estimate monthly flows in the Kızılırmak basin with Wavelet-based Artificial Neural Networks. Monthly average flows of four flow observation stations obtained from the General Directorate of State Hydraulic Works were used. 240 monthly average flows for 20 years between 2003-2022 were used as input data in the MATLAB program, 190 of which were in the training set and 50 in the test set. While the average monthly flow data of one, two, three and four months ago were used as input in the models, the observed monthly average flow data were used as output. Discrete Wavelet Transform method was applied on 240 average flow data, and the data found with this applied method was used as input data in the Artificial Neural Networks method to create a Wavelet-based Artificial Neural Network. It was tried to find out which model structures provide the best performance by comparing the flow results estimated by applying only the ANN model structure with the flow results estimated by applying the D-ANN model structure via scatter diagrams, temporal distribution of predicted-observed flows and observed flow-predicted flow histograms.

Keywords: Monthly average flows, Wavelet Transform, State Hydraulic Works Artificial Neural Networks

GİRİŞ

Bu çalışma kapsamında, aylık akımların doğru bir şekilde tahmin edilmesi için yapay sinir ağları ve dalgacık analizi yöntemi kullanımı hedeflenmiştir. Akım tahmini için ortalama aylık akım verileri kullanılmıştır. Bu çalışmanın hedefi, aylık akımların tahmin edilmesi ve ölçüm olmayan akarsularda aylık akım zaman serisi tahmini için kullanılan yöntemlerin doğruluğunu değerlendirmek amacıyla dalgacık tabanlı bir yapay sinir ağı yöntemi kullanmaktır.

Wang ve Ding (2003), zaman serilerinin ve çoklu zaman ölçeklerinin doğrusal olmayan özelliklerine dayanarak YSA ile dalgacık analizi arasında yeni bir model ortaya koymuşlardır. Anctil ve Tape (2004), günlük yağış ve akarsu akışı tahmininde bulunmak amacıyla dalgacık dönüşümü ve YSA yöntemlerini birlikte ele almışlardır. Dalgacık dönüşümü ile orijinal yağış verisinden kısa, orta ve uzun dalgacık periyotlu ayrık üç dönüşüm dizisi oluşturmuşlardır. Kişi (2009), akış tahmininde bulunmak amacıyla YSA ve dalgacık dönüşümünü bir arada modellemiştir. Aralıklı akışların tahmin edilmesinin su kalitesi, su kaynakları planlaması ve arıtma sistemleri açısından önemli olduğunu ifade etmiştir. Dastorani vd. (2010) araştırmalarında akarsu akışı gözlem istasyonlarının eksik akış verileri hakkında tahminde bulunmak amacıyla ANFIS, YSA, normal oran ve korelasyon metotlarından yararlanmışlardır. Krishna vd. (2011), akarsu akışı zaman dizisini modellemede dalgacıkları ve YSA'ları birleştirerek dalgacık sinir ağı D-YSA formunda yeni bir hibrit model ortaya koymuştur. Malaprabha Nehri havzasının günlük nehir akış süresi serisini analiz etmek için D-YSA modelini kullanmışlardır.

Su kaynaklarının planlanması ve işletilmesinde, taşkın ve kuraklık gibi doğal afetlerin belirlenmesinde önemli olan akarsu akımlarının tahmini için modeller geliştirmek ve ölçüm olmayan akarsularda akım verisi tahmin etmek amaçlanmıştır. Bu modelleri geliştirmek için günümüzde çok sık kullanılan yapay sinir ağları (YSA) yöntemi kullanılmıştır. YSA yönteminin başarısını artırmak için dalgacık dönüşüm tekniği kullanılarak elde edilen alt seriler ile dalgacık tabanlı yapay sinir ağları modelleri geliştirilmiştir. Bu amaç için Karadeniz Bölgemizin en önemli havzalarından olan Kızılırmak havzasına ait dört farklı akım gözlem istasyonu seçilmiştir.

Dalgacık katsayılarının ölçek değerinde hesaplanması çok miktarda katsayının oluşmasına ve işlem yüküne neden olduğundan kaynaklı, katsayıların yalnızca seçilen ölçekler ve zaman diliminde hesaplanması birçok avantaj sağlamaktadır. Bu katsayılar bir zaman serisi oluştururlar ve bu zaman serileri çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Bu çalışmada da çeşitli ölçek değerlerinde elde edilen bileşenler akış tahmini için kullanılacaktır. Hangi bileşenlerin seçileceği çalışma içinde yapılacak denemeler ile belirlenecektir.

Dalgacık dönüşümü zaman serilerinin periyodik bileşenlerine ayrılmasını sağlamaktadır. Bu metot özellikle hidrolojik zaman serileri için verilerdeki karmaşıklığı ve belirsizliği ortadan kaldırmayı, daha iyi tahminler ve analizler yapmayı sağlar. Bu çalışmada bu yöntemin özelliklerinden faydalanılacak ve aylık akım tahminlerinin başarısının artırılması hedeflenecektir.

YÖNTEM

Akarsuların üzerinde belirli aralıklarla kurulu, akarsuyun belirli noktalarından geçen debiyi ölçmek amacıyla kurulan Akım Gözlem İstasyonları (AGİ) bulunur. Bu AGİ'lerden Devlet Su İşlerinin sistemine

online olarak bilgi aktarımı yapılmaktadır. Akım gözlem istasyonlarında, Data Logger ya da Limnigraph olarak isimlendirilen ölçüm ve kayıt altına alma cihazları kullanılmaktadır. Bazı AGİ’lerde ihtiyaç durumuna göre akımın hızının ve debisinin periyodik şekilde ölçümü de yapılmaktadır.

Kızılırmak Nehri üzerinde toplam 457 adet akım gözlem istasyonu bulunmaktadır. Bunların 105 tanesi aktif olarak kullanılmaktadır. Geriye kalan 352 tanesi ise kullanıma kapatılmıştır. Çalışmada Sivas merkez Zengi köyünde bulunan D15A185 no.lu, Sivas merkez Olukman köyünde bulunan D15A261 no.lu, Sivas-Ankara yolu üzerinde Söğütlühan’da bulunan E15A035 no.lu ve Sivas-Erzincan yolu üzerinde Bulakbaşı mevkiinde bulunan E15A039 no.lu 4 adet akım gözlem istasyonu kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan istasyonlara ait havzanın haritası şekil 1’de verilmiştir.

Çalışmada Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilen 2003-2022 yılları arasındaki 20 yıllık aylık ortalama akım değerleri kullanılmıştır. Modellerin eğitilmesinde 2003 Ocak ayından 2018 Ekim ayına kadar olan aylık akım verileri kullanılmıştır. Modellerin test edilmesinde ise 2018 Kasım ayından 2022 Aralık ayına kadar olan aylık akım verileri kullanılmıştır. Her bir akım gözlem istasyonunun 240 adet aylık ortalama akım değerlerinin 190 adeti MATLAB’ta eğitim seti olarak kullanılmıştır. Geriye kalan 50 adet aylık ortalama akım değerleri MATLAB’ta test seti olarak kullanılmıştır. Oranlama yaptığımızda verilerin eğitimi için %80 veri kullanılırken, verilerin testi için %20 veri kullanılmıştır. Modellerde girdi olarak sırasıyla bir, iki, üç ve dört ay önceki ortalama aylık akım verileri kullanılırken çıktı verisi olarak gözlenmiş aylık ortalama akım verileri kullanılmıştır. Modeller oluşturulurken verilerin ilk %80’lik kısmı ile eğitilmiş sonraki %20’lik kısmı ile de ortalama karesel hata ve regresyon değerlerine göre test edilerek en isabetli tahminler yapılmaya çalışılmıştır.



Şekil 1. Kızılırmak üzerindeki çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonlarının haritası

Yapay Sinir Ağları(YSA)

Yapay Sinir Ağları (YSA), insan beynindeki biyolojik sinir sistemlerinin işleyişinden esinlenerek tasarlanan ve öğrenme, genelleştirme, bilgiyi hatırlama gibi yetenekleri yapay sistemlere kazandırmayı hedefleyen bir bilgi işleme metodudur. Bu ağlar, birbirine bağlanmış yapay nöronlar aracılığıyla bilgi işleyerek özellikle doğrusal olmayan ilişkileri modelleme, sınıflandırma ve öngörü gibi sorunların çözümünde etkili bir şekilde kullanılmaktadır.

İleri Beslemeli Geriye Yayılmalı Yapay Sinir Ağları (İBGYSA)

Bu yöntem en sık kullanılan YSA yöntemidir. Bir veya daha fazla gizli katmandan oluşan bir yapay sinir ağı modelidir. Hesaplama işlemlerinin gerçekleştirildiği bu gizli katmanlar, yapılarına uygun şekilde gizli nöronlar veya gizli birimler olarak adlandırılır. Sonuç verilerinin daha istatistiksel ve hedeflenen aralığa yakın olması amacıyla bir veya birden fazla gizli katman eklenebilir. Gizli katman elemanları, hesaplamalardan yararlanarak giriş verileri ile hesap ağı çıktıları arasında konumlanır.

İleri beslemeli yapay sinir ağı mimarisinde veri akışı yalnızca tek yönlü ilerler. Giriş katmanına aktarılan veriler, gizli katmana iletilerek burada işlenir. İşlenen bilgiler, çıktı katmanına aktarılır ve burada çıkış değeri belirlenerek sonuç üretilir. Böylece işlem tamamlanmış olur.

Bir YSA modelinde N tane (girdi parametre verisi) girdi verisi vardır. Bu verilerin her biri girdi değerlerinin bir kümesine sahiptir. Buna X_i dersek; $X_i = (i=1,2,3, \dots, k)$ kadar ve çıktı düğümlerinde J_n , ($n= 1, 2, 3, \dots, m$) kadar çıktı değeri vardır. Bu girdi değerleri gizli tabakalardaki W_{ij} ($j=1,2,3, \dots, h$) ile çarpılır ve çıkan değerler 1’de gösterildiği gibi düzenlenerek gizli tabakaların girdi değerleri olarak kullanılır.

$$H_j = \sum_{i=1}^k W_{ij} \cdot X_i \quad (1)$$

($j=1,2,3, \dots, h$)

H_j : (j)inci gizli tabakadaki girdi değerleridir.

W_{ij} : (i)inci nöronun (j) inci nörona bağlantı, ağırlık katsayılarıdır.

Her bir gizli tabaka bir gizli tabaka, çıktısı üretmek için sigmoid fonksiyonu (veya diğer fonksiyon) ile dönüştürülür veya işleme tabii tutulur. HO_j olarak gösterilen çıktılar 2’de görüldüğü gibi elde edilir. YSA ile ilgili detaylı bilgi (Terzi, 2004)’de bulunabilir.

Ayrık Dalgacık Dönüşümü

Dalgacık katsayılarının her bir ölçek değerinde hesaplanması, yüksek sayıda katsayı oluşmasına ve işlem yükünün artmasına neden olabilir. Ancak, katsayıların yalnızca belirli ölçekler ve zaman dilimleri için hesaplanması bu yükü azaltarak birçok avantaj sağlar. Bu yöntemle, işaretin frekans ve ölçek bilgilerini zaman boyunca temsil eden daha az sayıda, ancak yeterli miktarda katsayı elde edilir. Bu katsayılar, zaman serisi oluşturarak farklı amaçlarla kullanılabilir. Ayrık dalgacık dönüşümünde, ikili ölçek ve zaman adımı yaklaşımı kullanılır. Bu yöntemle elde edilen her bileşen, iki veya ikinin katları şeklinde ölçek değerleriyle ilişkilendirilen zaman serileri ya da dalgacık katsayılarını üretir. Ayrık dalgacık dönüşümünde kullanılan dalgacık fonksiyonu aşağıda verilmiştir

$$\psi_{m,n} \left(\frac{t-\tau}{s} \right) = s_o^{-m/2} \psi \left(\frac{t-n\tau_o s_o}{s_o^m} \right) \quad (2)$$

Burada, m ve n tamsayıları sırasıyla dalgacığın ölçek parametresi ve zaman eksenindeki öteleme parametresini temsil etmektedir. s_o , sabit bir öteleme adımını ifade eder. İkinci katları kullanılarak tanımlanan dalgacık fonksiyonu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$\Psi_{m,n}(t) = 2^{-m/2} \Psi(2^{-m}t - n) \quad (3)$$

Bir i ayrık adımına sahip $x(t)$ zaman serisi için ayrık dalgacık dönüşümü aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$W_{m,n} = 2^{-m/2} \sum_{i=0}^{N-1} X_i \psi(2^{-m}i - n) \quad (4)$$

Burada $W_{m,n}$, $s=2^m$ ölçek ve $\tau=2^m$ n zaman değerlerine sahip dalgacık dönüşümü katsayılarıdır. Denklemden $x_i, i=1, \dots, N-1$; sonlu değerlere sahip bir zaman serisi ve $N, N=2M$ şeklinde ifade edilen ikinin katı bir tamsayıdır. $1 < m < M$ olmak üzere $2m$ ölçeğinde, $m=M$ olduğu en geniş ölçekte, tüm zaman serisini kaplayacak yalnızca bir tane dalgacık gerekir. Bir sonraki ölçekte ise $(2M-1)$ iki adet dalgacık tüm zaman aralığını kapsar ve iki adet katsayı üretilmiş olur. Bu işleme $m=1$ 'e kadar devam edilir. Bu işlemlerden sonra boyutu $N=2M$ olan bir ayrık zaman serisini ifade edecek toplam katsayı sayısı $1+2+4+\dots+2M-1$ adettir. Böylece ayrık dalgacık dönüşümü bize farklı zaman ve ölçeklerdeki bir zaman serisinin değişimi hakkında bilgi sunar. Ayrık dalgacık dönüşümünün bu şekli ile her seferinde veri sayısı yarı oranda azalmaktadır. Ayrık dalgacık dönüşümünün çok çözünürlüklü analiz adlı başka bir şekli daha vardır.

Dalgacık dönüşümü hakkında detaylı bilgiler (Mallat, 1989)'da verilmiştir.

Performans Karşılaştırma Kriterleri

R, yani korelasyon katsayısı basitçe ifade etmek gerekirse bu katsayı, bağımlı değişkenin varyansının ne kadarının regresyon modeli tarafından açıklandığını gösterir. Ortalama Karesel Hata (OKH), regresyon modeliyle tahmin edilen değerlerin gerçek verilere ne kadar yakın olduğunu ölçer. Bu hata, veri noktalarının regresyon çizgisine olan dikey uzaklıklarının karelerinin ortalaması alınarak hesaplanır. Bu çalışmada performans karşılaştırma kriterleri olarak R ve OKH değerleri kullanılmıştır.

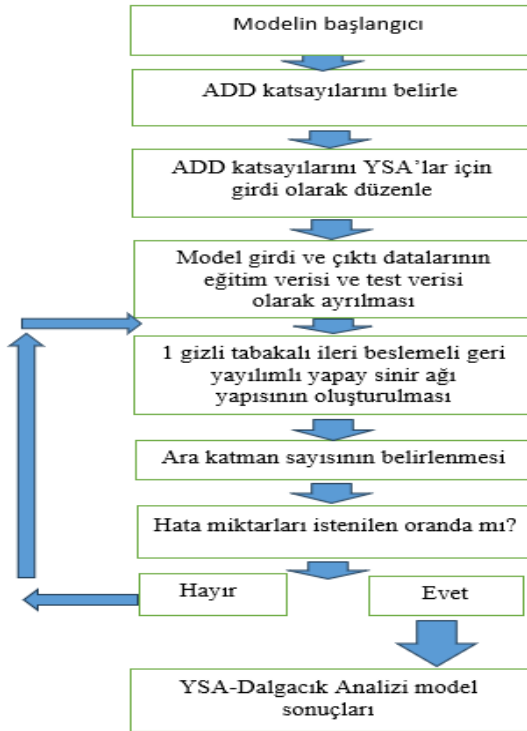
YSA-Dalgacık Analizi Model Yapısı

Çalışmada akım verilerini tahmin etmek için 4 farklı model oluşturulmuştur. Modeller oluşturulurken farklı girdi birleşimleri kullanılmıştır. Tablo 1'de verilen senaryolara ait $Q(t-1)$, $Q(t-2)$, $Q(t-3)$, $Q(t-4)$ sırasıyla bir, iki, üç ve dört ay önceki akım verilerini göstermektedir. $Q(t)$, çıktı verisi olarak gösterilmektedir.

Tablo 1. Akış ilişkisinin belirlenmesinde kullanılan senaryolar

Bu senaryoların oluşturulmasındaki temel amaç akım tahmini yapılacak ayın akımı, önceki ayların akımının bir fonksiyonudur.

Senaryo	Girdi	Çıktı
A1	$Q(t-1)$	$Q(t)$
A2	$Q(t-1), Q(t-2)$	$Q(t)$
A3	$Q(t-1), Q(t-2), Q(t-3)$	$Q(t)$
A4	$Q(t-1), Q(t-2), Q(t-3), Q(t-4)$	$Q(t)$



Şekil 2. Dalgacık Analizi-Yapay Sinir Ağı modeli için akış şeması

İleri beslemeli ve geri yayımlı yapay sinir ağı modellemesinde her iterasyon, ileri besleme ve geri yayılım olmak üzere iki temel aşamadan oluşur. İleri yayılım aşamasında, yapay sinir ağı o anki analize dahil edilen giriş verilerine karşılık çıkış verilerini üretir. Geri yayılım aşamasında ise çıkış verilerindeki hatalar dikkate alınarak yeniden veri girişi yapılır ve düzeltmeler gerçekleştirilir. İleri beslemeli bir ağda geri yayılım aşamasını gösteren akış şeması, şekil 2'de sunulmuştur. Bu akış şemasında da açıkça görüldüğü üzere, ağın

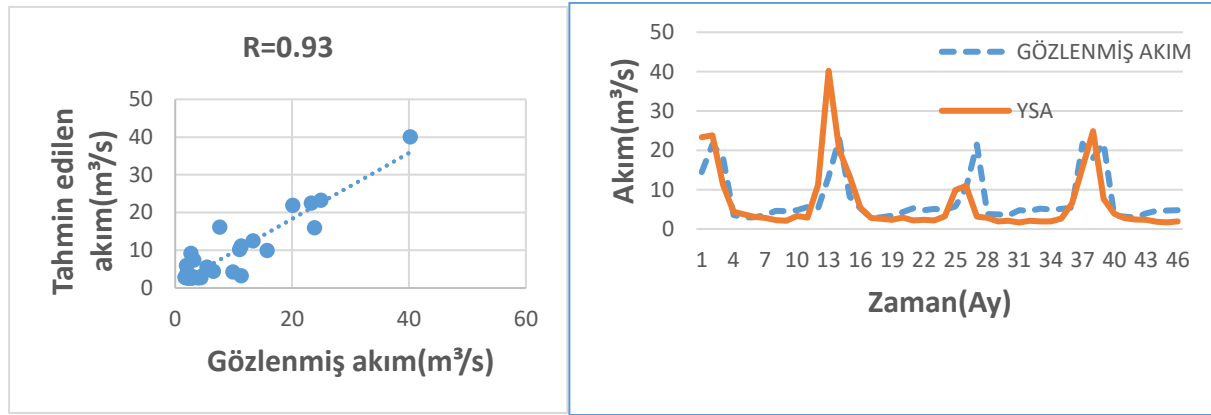
eğitimi için modelin başlangıcında giriş ve çıkış verileri tanımlanır. Verilerin sayısı ve türü belirlendikten sonra, üç katmanlı yapay sinir ağı(YSA) modeli analizine başlanır.

Model analizi sırasında dikkat edilmesi gereken önemli bir husus, bir hata(tolerans) sınırı belirlemek ve bu hata değerinin altına inene kadar eğitimi devam ettirmektir. Ara katman sayısı tespit edilip eğitimin süresi kararlaştırıldıktan sonra uygun bir model yöntemi seçilir ve analiz gerçekleştirilir. Analiz sürecinde, hata değerlerinin azalıp artmasına bağlı olarak çözüm hakkında değerlendirmeler yapılır. Eğer hata değeri yükseliyorsa, eğitim durdurulur ve eğitime dahil edilen giriş verileri yeniden gözden geçirilir. Bu inceleme sonucunda belirlenen yeni eğitim verileriyle analiz işlemi tekrar başlatılır. Elde edilen yeni hata değerleri istenen aralıkta bulunuyorsa eğitim tamamlanır ve yapay sinir ağı modelinin sonuçları kabul edilerek bu değerler üzerinden yorumlamalar yapılır.

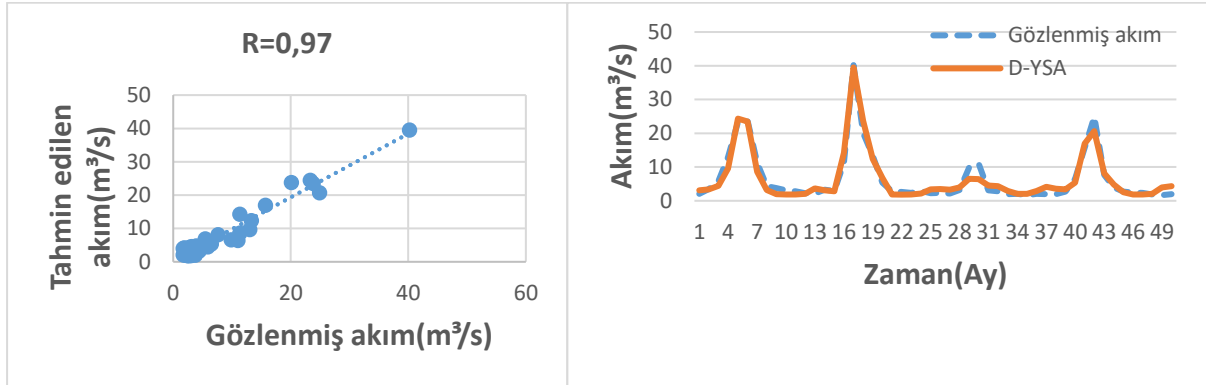
Bu tez çalışmasında İleri Beslemeli Geriye Yayılmalı Yapay Sinir Ağı(İBGYSA) modeli tek başına kullanılıp YSA model sonuçları alınmıştır. Daha sonra aynı verilere Ayrık Dalgacık Dönüşümü uygulanmıştır. Ayrık Dalgacık Dönüşümü sonucu elde edilen veriler İleri Beslemeli Geriye Yayılmalı Yapay Sinir Ağı(İBGYSA) modelinin girdi verileri olarak kullanılarak YSA-Dalgacık Analizi model sonuçları elde edilmiştir. Tezin “Bulgular” başlığının altında bulunan kısımda verilerin kıyaslaması yapılmıştır.

BULGULAR

En İyi Performansı Veren İstasyonların Karşılaştırılması



Şekil 3. D15A185 akım gözlem istasyonuna ait YSA(4,3,1) test modeline ait saçılma diyagramı, tahmin edilen ve gözlenen akımların zamansal dağılımı



Şekil 4. D15A185 akım gözlem istasyonuna ait D-YSA(4,1,1) test modeline ait saçılma diyagramı, tahmin edilen ve gözlenen akımların zamansal dağılımı

Aşağıda bulunan Tablo 2’de en iyi performansı veren istasyonların eğitim seti YSA ve D-YSA model yapıları verilmiştir.

Tablo 2. En iyi performansı veren eğitim seti YSA ve D-YSA model yapıları

İstasyon	Model Yapısı	Eğitim Seti		Model Yapısı	Eğitim Seti	
		R	OKH		R	OKH
D15A185	YSA(4,3,1)	0,81	34,66	D-YSA(4,1,1)	0,96	7,33
D15A261	YSA(3,3,1)	0,73	5,28	D-YSA(4,1,1)	0,96	0,67
E15A035	YSA(3,3,1)	0,79	474,27	D-YSA(4,1,1)	0,97	56,60
E15A039	YSA(4,1,1)	0,77	93,38	D-YSA(4,1,1)	0,98	8,67

YSA model yapıları eğitim setleri için kıyaslandığında D15A261 istasyonunun YSA(3,3,1) eğitim seti model yapısında ortalama karesel hatanın en az olduğu, D15A185 istasyonunun YSA(4,3,1) eğitim seti model yapısında regresyon değerinin en yüksek olduğu görülmektedir. D-YSA model yapıları eğitim setleri için kıyaslandığında D15A261 istasyonunun D-YSA(4,1,1) eğitim seti model yapısında ortalama karesel hatanın en az olduğu, E15A039 istasyonunun D-YSA(4,1,1) eğitim seti model yapısında regresyon değerinin en yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 3. En iyi performansı veren test seti YSA ve D-YSA model yapıları

İstasyon	Model Yapısı	Test Seti		Model Yapısı	Test Seti	
		R	OKH		R	OKH
D15A185	YSA(4,3,1)	0,93	8,09	D-YSA(4,1,1)	0,97	2,90
D15A261	YSA(3,3,1)	0,97	0,28	D-YSA(4,1,1)	0,97	0,42
E15A035	YSA(4,1,1)	0,88	164,94	D-YSA(4,1,1)	0,98	23,94
E15A039	YSA(4,1,1)	0,89	35,92	D-YSA(4,1,1)	0,97	12,10

Tablo 3'te en iyi performansı veren istasyonların test seti YSA ve D-YSA model yapıları verilmiştir. YSA model yapıları test setleri için kıyaslandığında D15A261 istasyonunun YSA(3,3,1) eğitim seti model yapısında ortalama karesel hatanın en az olduğu ve regresyon değerinin en yüksek olduğu görülmektedir. D-YSA model yapıları test setleri için kıyaslandığında D15A261 istasyonunun D-YSA(4,1,1) test seti model yapısında ortalama karesel hatanın en az olduğu, E15A035 istasyonunun D-YSA(4,1,1) test seti model yapısında regresyon değerinin en yüksek olduğu görülmektedir.

İstasyonların en başarılı performansı veren model yapılarına bakıldığında; D15A185 istasyonun eğitim seti YSA(4,3,1) model yapısının R değeri 0,81 iken aynı istasyonun eğitim seti D-YSA(4,1,1) model yapısının R değeri 0,96'dır. D15A185 istasyonunun test seti YSA(4,3,1) model yapısının R değeri 0,93 iken aynı istasyonun test seti D-YSA(4,1,1) model yapısının R değeri 0,97'dir. R değerlerine bakıldığında D-YSA modelinin YSA modeline göre R değerinin daha yüksek olduğu dolayısıyla daha iyi tahminde bulunduğu görülmüştür.

D15A261 istasyonun eğitim seti YSA(3,3,1) model yapısının R değeri 0,73 iken aynı istasyonun eğitim seti D-YSA(4,1,1) model yapısının R değeri 0,96'dır. D15A261 istasyonunun test seti YSA(3,3,1) model yapısının R değeri 0,97 iken aynı istasyonun test seti D-YSA(4,1,1) model yapısının R değeri 0,97'dir. R değerlerine bakıldığında D-YSA modelinin YSA modeline göre R değerinin daha yüksek olduğu dolayısıyla daha iyi tahminde bulunduğu görülmüştür. Ancak bu istasyonun test seti YSA ve D-YSA model yapılarının R değerlerine bakıldığında benzer olduğu görülmüş olup tahmin performanslarının yakın olduğu gözlemlenmiştir.

E15A035 istasyonun eğitim seti YSA(3,3,1) model yapısının R değeri 0,79 iken aynı istasyonun eğitim seti D-YSA(4,1,1) model yapısının R değeri 0,97'dir. E15A035 istasyonunun test seti YSA(4,1,1) model yapısının R değeri 0,88 iken aynı istasyonun test seti D-YSA(4,1,1) model yapısının R değeri 0,98'dir. R değerlerine bakıldığında D-YSA modelinin YSA modeline göre R değerinin daha yüksek olduğu dolayısıyla daha iyi tahminde bulunduğu görülmüştür.

E15A039 istasyonun eğitim seti YSA(4,1,1) model yapısının R değeri 0,77 iken aynı istasyonun eğitim seti D-YSA(4,1,1) model yapısının R değeri 0,98'dir. E15A039 istasyonunun test seti YSA(4,1,1) model yapısının R değeri 0,89 iken aynı istasyonun test seti D-YSA(4,1,1) model yapısının R değeri 0,97'dir. R değerlerine

bakıldığında D-YSA modelinin YSA modeline göre R değerinin daha yüksek olduğu dolayısıyla daha iyi tahminde bulunduğu görülmüştür.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Kızılırmak havzası üzerinde yer alan 4 adet akım gözlem istasyonunun akım verilerine dalgacık tabanlı yapay sinir ağları yöntemi uygulanmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Tüm istasyonların eğitim verileri karşılaştırıldığında en yüksek korelasyona sahip E15A039 istasyonunun D-YSA(4,1,1) model yapısının en iyi tahmin performansı gösterdiği görülürken tüm istasyonların test verileri karşılaştırıldığında en yüksek korelasyona sahip E15A035 istasyonunun D-YSA(4,1,1) model yapısının en iyi tahmin performansı gösterdiği görülmektedir. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere Dalgacık Dönüşümü uygulanan Yapay Sinir Ağı modelinin akış tahmin sonuçları sadece Yapay Sinir Ağı kullanılarak bulunan akış tahmin sonuçlarından daha iyi performans gösterdiği görülmektedir.

Çalışmada kullanılan istasyonlara genel olarak bakıldığında girdi verisi miktarı artırıldığında akış tahminlerinin performansının da arttığı görülmüştür. Yapay Sinir Ağları yönteminin tek başına yetersiz kaldığı durumlarda ve model performanslarını artırma amacıyla, Dalgacık Dönüşümü tekniği ile YSA'nın birlikte kullanılması etkili bir yol olarak öne çıkmaktadır.

KAYNAKÇA

- Aci M., 2006. Yapay Sinir Ağları ile Hidrolik Modelleme. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 69s, Manisa.
- Akgün, A. R. (2019). Namazgâh Barajında Meteorolojik Veriler Kullanılarak Yapay Sinir Ağları İle Akışın Tahmin Edilmesi.
- Aksoy, H., 1999. Gama Dağılımının Hidrolojik Analizlerde Kullanımı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 140 s, İstanbul.
- Alp, M., Cıgızoglu, H. K., 2004. Farklı Yapay Sinir Ağı Metotları ile Yağış-Akış İlişkisinin Modellenmesi, İtü Dergisi/d 3(1), 80-88s, İstanbul.
- Anctil, F., Tape, D.G., 2004. An exploration of artificial neural network rainfall run off forecasting combined with wavelet decomposition, Journal of Environmental Engineering and Science.
- Ahmed, JA ve Sarma, AK (2007). Sentetik akış akışı üretimi için yapay sinir ağı modeli. Su kaynakları yönetimi , 21 , 1015-1029.
- Bölük, O. (2020). Yağış-Akış İlişkisinin Yapay Zeka Teknikleri Kullanılarak Tahmini. İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü. [Yüksek Lisans Tezi]
- Barak, M. (2012). Dalgacık Dönüşümü Ve Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Yağış-Akış Tahmini.
- Başakın, E. E. (2018). Dalgacık Bulanık Zaman Serisi Yöntemi ile Aylık Akım Tahmini.
- Bayazit, M., Aksoy, H., 2001. Using Wavelets for Data Generation. Journal of Applied Statistics.
- Chiang Y. M., Chang L. C., Chang F. J., 2004. Comparison of Static-Feedforward and Dynamic-Feedback Neural Networks for Rainfall-Runoff Modeling. Journal of Hydrology, 290 , 1-8.
- Cıgızoglu, H.K., 2003. Incorporation of ARMA models into flow forecasting by artificial neural Networks. Environmentrics, 14(4), 417-427.

- Cıgızoglu, H.K., 2005. Application of generalized regression neural networks to intermittent flow forecasting and estimation. Journal of Hydrological Engineering, ASCE, 10(4), 336-341.
- Coulibaly, P., Burn, D.H., 2004. Wavelet analysis of variability in annual Canadian streamflows. Water Resources Research, 47, W03105.
- Coulibaly, P., Anctil, F., Rasmussen, P., Bobee, B., 2000. A recurrent neural networks approach using indices of low frequency climatic variability to forecast regional annual runoff. Hydrologic Processes.
- Dastorani, MT, Moghadamnia, A., Piri, J. ve Rico-Ramirez, M. (2010). Eksik akış verilerinin yeniden yapılandırılması için YSA ve ANFIS modellerinin uygulanması. Çevresel izleme ve değerlendirme.
- Dede, T., & Bekiroğlu, S. (2010). Yapay Sinir Ağları ile Tahmin ve Sınıflandırma Problemlerinin Çözümü. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 1(2), 19-26.
- Dere, S. (2022). Dicle Havzasında Yağış-Akış İlişkisinin Makine Öğrenme Yöntemleriyle Belirlenmesi.
- Drago, A.F., Boxall, S.R., 2002. Use of the wavelet transform on hydrometeorological data. Physics and Chemistry of the Earth, 27, 1387–1399.
- Gaucherel, C., 2002. Use of wavelet transform for temporal characterisation of remote watersheds. Journal of Hydrology, 269, 101–121.
- GÜMÜŞ, V., Kavsut, ME ve Yenigün, K. (2011). YAĞIŞ-AKIŞ MODELLENMESİNDE YSA KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ: ORTA FIRAT HAVZASI UYGULAMASI. Mühendislik Bilimleri , 6 (1), 389-397.
- Jain., A., Indurthy SKVP., 2003. Comparative analysis of event based rainfall- runoff modelling techniques- Deterministic, statistical and artificial neural Networks. Journal Of Hydrologic Engineering.
- Jain A. and Kumar A.M., 2006. Hybrid Neural Network Models For Hydrologic Time Series Forecasting; Science Direct. Applied Sout Computing, 1-8.
- Jain, S.K., Das, A., Srivastava, D.K., 1999. Application of ANN for reservoir inflow prediction and operation. Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE, 125(5), 263-271.
- Kentel, E. (2009). Nehir akışının yapay sinir ağları ile tahmin edilmesi ve güvenilir akış tahminleri üretmeye duyarlı girdi vektörlerinin belirlenmesi. Hidroloji Dergisi , 375 (3-4), 481-488.
- Keskin M.E., Taylan D., Terzi O., 2006. Adaptive neural-based fuzzy inference system approach for modelling hydrological time series, Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques.
- Keskin M.E. ve Taylan E. D., 2007. Orta Akdeniz Havzasındaki Akımların Stokastik Modellemesi, İMO Teknik Dergi, 282, 4271-4291.
- Kiş, Ö., 2003. Partial T., Yapay Sinir Ağları ve Otoregresif Modellerle Rüzgar Hızı Tahmini, III. Atmosfer Sempozyumu, İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), İstanbul, 150-156.
- Kiş, Ö., 2009. Neural Network and Wavelet Conjunction Model for Intermittent Streamflow Forecasting. Journal of Hydrological Engineering, 14(8) , 773-782.
- Kiş Ö., Partial T., 2011. Wavelet and neuro-fuzzy conjunction model for streamflow forecasting. Hydrology Research , 42(6), 447-456.
- Krishna B., Satyaji Rao Y.R., Nayak P.C., 2011. Time Series Modeling of River Flow Using Wavelet Neural Networks. Journal of Water Resource and Protection, 3, 50-59.
- Lafreniere, M., Sharp, M., 2003. Wavelet analysis of inter-annual variability in the runoff regimes of glacial and nival stream catchments, Bow Lake, Alberta. Hydrological Processes, 17, 1093–1118.

- Labat, D., Ababou, R., Mangin, A., 2000. Rainfall-runoff relations for karstic springs. part II: continuous wavelet and discrete orthogonal multiresolution analyses. Journal of Hydrology.
- Lin G. F., Chen L. H., 2003. A Non-linear Rainfall-Runoff Model Using Radial Basis Function Network, Journal of Hydrology 289(2004), 1-8, Taiwan.
- Mallat, S., G., 1989. A theory for multiresolution signal decomposition: The wavelet representation. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 11 (7), 674-693.
- Nayak, P.C., Sudheer, K.P., Jain, S.K., 2007. Rainfall-runoff modeling through hybrid intelligent system. Water Resources Research, 43(7), 100-115.
- Oğul E., 2006. Yağış-Akış İlişkisinin Yapay Sinir Ağları Yöntemleriyle Modellenmesi: Kurukavak Havzası Uygulaması; Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 66s, Eskişehir.
- Okkan, U., & Mollamahmutoğlu, A. (2010). Yiğitler Çayı Günlük Akımlarının Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Analizi ile Modellenmesi. Journal of Science and Technology of Dumlupınar University.
- Özdemir H., 2007. SCS CN Yağış-Akış Modelinin CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Uygulanması: Havran Çayı Havzası Örneği (Balıkesir). Coğrafi Bilimler Dergisi, 5 (2), 1-12.
- Özdin, M. (2019). İklim Değişiminin Susurluk Havzası Yağışları Üzerindeki Etkilerinin Yapay Sinir Ağları İle Analizi.
- Özfidaner M., 2007. Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi ve Nehir Akımları Üzerine Etkisi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 68s, Adana.
- Öztemel, E. (2003). Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık
- Öztürk, K., & Şahin, M. E. (2018). Yapay Sinir Ağları ve Yapay Zekâ'ya Genel Bir Bakış. Takvim-i Vekayi.
- Öziş, Ü., Baran, T., Demirci, N., 1999. Türkiye'de Dicle Havzasındaki Akım Gözlem İstasyonlarının Aylık Akışları. İ.M.O. Teknik Dergi, 2029-2045.
- Partal, T. (2007). Türkiye yağış miktarlarının yapay sinir ağları ve dalgacık dönüşümü yöntemleri ile tahmini. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. [Doktora Tezi].
- Rajurkar, M.P., Kothiyari, U.C., Chaube, U.C., 2002. Artificial neural networks for daily rainfall-runoff modelling. Hydrological Sciences Journal, 47(6), 865-877.
- Sepetçioğlu, M. Y., Gerger, R., 2000. Akarsularda Akım Serilerinin İstatistiksel Modellemesi, 3. Gap Kongresi, Şanlıurfa, 200-212.
- Smith, L. C., Turcotte D. L., Isacks B. L., 1998. Stream flow characterization and feature detection using a discrete wavelet transform. Hydrologic Processes, 12, 233-249.
- Shiri J., Kişi, Ö., 2010. Short-term and long-term streamflow forecasting using a wavelet and neuro-fuzzy conjunction model. Journal of Hydrology, 394, 486-493.
- Terzi, Ö., 2004. Eğirdir Gölü'ne Ait Buharlaştırma Modellerinin Geliştirilmesi ve Uygulanması, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 124s, Isparta.
- Yıldız, M., Malkoç, Y., 2000, Türkiye Akarsu Havzaları ve Hidrolojik Kuraklık Analizi. Eİİ Genel Müdürlüğü, Ankara.

Uncovering Shared Biomarkers in Morphea: A Comparative Transcriptomic and Network-Based Approach

Sevinç AKÇAY¹

¹E-mail: sevinc.akcay@ahievran.edu.tr; Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Kırşehir/ Türkiye.

Abstract

Morphea is a rare, chronic inflammatory skin disorder with two main subtypes: inflammatory and sclerotic. While their clinical manifestations can overlap, the molecular distinctions and commonalities between these subtypes remain unclear. Transcriptomic analysis was conducted using the GSE201405 dataset from the NCBI GEO database (platform: GPL10558), which includes skin biopsy samples from patients with inflammatory morphea (n=10), sclerotic morphea (n=15), and site-matched healthy controls (n=11). Differentially expressed genes (DEGs) were identified, and protein-protein interaction (PPI) networks, gene ontology (GO), KEGG pathway analyses, and miRNA/transcription factor (TF) regulatory networks were constructed. A total of 56 DEGs (53 upregulated, 3 downregulated) were identified in inflammatory morphea, and 75 DEGs (55 upregulated, 20 downregulated) in sclerotic morphea. Among these, 31 DEGs were common to both subtypes. The top 10 hub genes are CD8A, CXCL9, CCL5, GZMA, GZMK, CD3D, NKG7, EOMES, CXCL10, GBP5. The top GO terms in BP term are “killing of cells of another organism”, “inflammatory response”, “chemotaxis”, “antimicrobial humoral immune response mediated by antimicrobial peptide” and “granzyme-mediated programmed cell death signaling pathway”. The top GO terms in CC term are “extracellular space”, extracellular region”, “collagen-containing extracellular matrix”, “symbiont cell surface” and “external side of plasma membrane”. The top GO terms in MF category are “chemokine activity”, “heparin binding”, “protein homodimerization activity”, “CXCR3 chemokine receptor binding” and “phospholipase activator activity”. The top KEGG terms include “viral protection with cytokine and cytokine receptor”, “primary immunodeficiency”, “chemokine signaling pathway”, “chagas disease” and toll-like receptor signaling”. miRNA-hub gene interaction analysis identified *hsa-miR-335-5p*, *hsa-miR-6849-3p*, and *hsa-miR-34a-5p* among others as key regulators. Transcription factors including *IRF1*, *IRF3*, *IRF7*, *NFKB1*, and *RELA* were also found to regulate multiple hub genes. This integrative analysis reveals overlapping immune and inflammatory gene expression signatures between inflammatory and sclerotic morphea, with a subset of hub genes and regulatory molecules potentially serving as common biomarkers or therapeutic targets. These findings contribute to a better understanding of the molecular landscape of morphea and may aid in subtype classification and personalized treatment approaches.

Keywords: Morphea, inflammatory morphea, sclerotic morphea, biomarkers, bioinformatics

INTRODUCTION

Morphea, also known as localized scleroderma, is a rare autoimmune skin disorder characterized by skin thickening and fibrosis due to excessive collagen deposition. Unlike systemic sclerosis, morphea does not typically involve internal organs but can result in significant morbidity due to fibrosis, pain, and cosmetic disfigurement (Zulian et al., 2006). It manifests in multiple clinical subtypes, of which inflammatory and sclerotic morphea are two key categories (Peterson et al., 1997). Although both forms present overlapping clinical symptoms, they are believed to differ significantly in their underlying molecular mechanisms. However, the distinction and overlap between their transcriptomic profiles remain poorly understood.

Advances in transcriptomic profiling have enabled the investigation of genome-wide gene expression changes in autoimmune diseases, offering insights into disease mechanisms and potential biomarkers (Ritchie et al., 2015). Bioinformatics approaches—including differential gene expression analysis, protein-protein interaction (PPI) networks, and pathway enrichment—have become essential tools to uncover key regulatory genes and pathways (Szklarczyk et al., 2019; Huang et al., 2009). Moreover, transcription factors (TFs) and microRNAs (miRNAs) play pivotal roles in regulating immune responses and fibrotic signaling, making them attractive targets for network-based studies (Han et al., 2018; Skoufos et al., 2024).

The current study aims to identify common and subtype-specific biomarkers in inflammatory and sclerotic morphea using publicly available transcriptomic data. By integrating DEG analysis, PPI network construction, gene ontology (GO) and KEGG pathway enrichment, as well as miRNA and transcription factor (TF) regulatory network analysis, this work seeks to provide insights into shared pathogenic pathways and potential molecular targets for therapeutic intervention. Understanding these shared molecular features can enhance the classification, diagnosis, and personalized treatment of morphea subtypes.

METHODS

Data Acquisition and DEG Identification

The NCBI GEO database provided the gene expression dataset GSE201405. It includes samples from inflammatory morphea (n=10), sclerotic morphea (n=15), and healthy controls (n=11), analyzed using the GPL10558 platform (Illumina HumanHT-12 V4.0 expression beadchip). GEO2R was used to identify DEGs with a significance threshold of $p < 0.05$ and $|\logFC| > 1$ or $|\logFC| < -1$. Venn diagrams were used to identify DEGs shared between the subtypes.

Establishment of PPI Networks and Identification of Hub Genes

The PPI network of common DEGs was constructed using the STRING database (confidence score > 0.4). The network was analyzed using Cytoscape v3.10.2 and the CytoHubba plugin. Topological analysis via Maximal Clique Centrality (MCC) identified the top 10 hub genes.

GO Enrichment Analysis and KEGG Pathway Analyses

Functional enrichment was conducted using the DAVID tool to categorize DEGs into GO terms under biological processes (BP), cellular components (CC), and molecular functions (MF), and to map them to KEGG pathways. An FDR < 0.05 was considered significant.

Establishment of miRNA-hub gene, TF-hub gene and TF-miRNA-hub gene Networks

Regulatory relationships between DEGs and miRNAs were explored using TarBase v9.0. Transcription factors targeting hub genes were identified via the TRRUST v2 database. Networks were constructed using NetworkAnalyst to integrate TF-hub gene, miRNA-hub gene, and TF-miRNA-hub gene relationships.

RESULTS

Differential Expression and Shared Gene Signatures

53 upregulated genes and 3 downregulated DEGs were identified in inflammatory morphea. 55 upregulated and 20 downregulated DEGs were identified in sclerotic morphea. 31 common DEGs (IGLL1, SPRR2G, CXCL9, SULF1, LCE3D, COMP, S100A9, JCHAIN, SFRP4, CXCL10, CCL5, SERPINE2, ADAMDEC1, GZMA, GZMK, C1QB, TNC, LYZ, UBD, IFI27, EPSTI1, CD8A, TYMP, GBP5, EOMES, CD3D, CCL8, GBP1, NKG7) were identified between sclerotic vs inflammatory morphea (Figure 1).

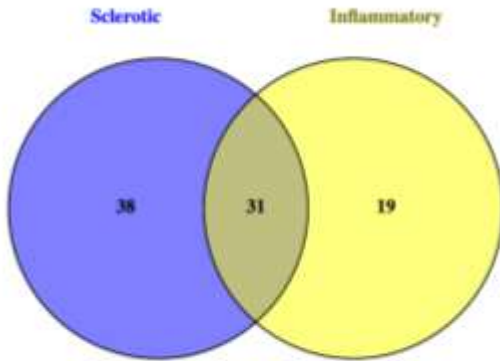


Figure 1. Venn diagram of DEGs between sclerotic and inflammatory morphea. DEGs (differentially expressed genes)

Analysis of PPI Networks and the Discovery of the Top 10 Hub Genes

Figure 2 shows the PPI network interaction between sclerotic and inflammatory morphea. The top 10 hub genes are CD8A, CXCL9, CCL5, GZMA, GZMK, CD3D, NKG7, EOMES, CXCL10, GBP5.



Figure 2. PPI network construction of common DEGs. (DEG= differentially expressed genes).

GO Enrichment Analysis and KEGG Pathway Analysis

GO enrichment analysis was conducted on 31 common DEGs. The BP category's top GO terms are "killing cells of another organism", "inflammatory response", "chemotaxis", "antimicrobial humoral immune response mediated by antimicrobial peptide" and "granzyme-mediated programmed cell death signaling pathway". The CC category's top GO terms are "extracellular space", "extracellular region", "collagen-containing extracellular matrix", "symbiont cell surface" and "external side of plasma membrane". The MF category's GO terms are "chemokine activity", "hepatin binding", "protein homodimerization activity", CXCR3 chemokine receptor binding" and "phospholipase activator activity" (Figure 3A).

The biological functions of common DEGs were further investigated using KEGG pathway analysis. KEGG's top terms are "viral protein interaction with cytokine and cytokine receptor", "cytokine-cytokine receptor interaction", "chemokine signaling pathway", "toll-like receptor signaling pathway", "primary immunodeficiency" and "chagas disease" (Figure 3B).

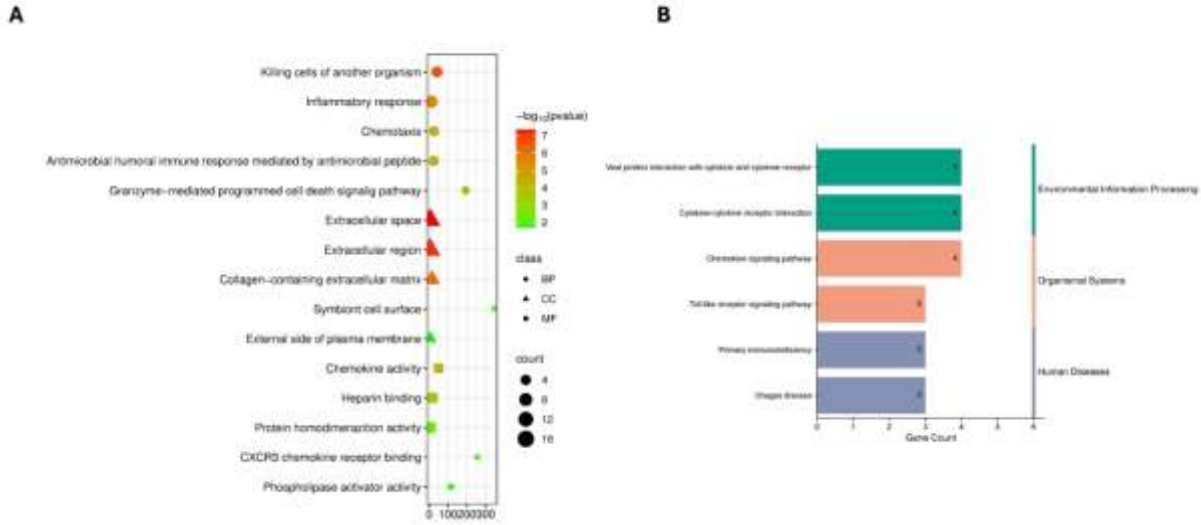


Figure 3. A. GO analysis of common DEGs, B. KEGG pathway analysis.

Establishment of miRNA-hub gene, TF-hub gene and TF-miRNA-hub gene Networks

To further identify the transcriptional and post-transcriptional mechanisms, miRNA-hub gene, TF-hub gene and TF-miRNA-hub gene networks were established using NetworkAnalyst. First, we detected miRNAs targeting the top 10 hub genes. hsa-miR-335-5p was found to target 4 hub genes and hsa-miR-6849-3p was found to target 3 hub genes. 8 miRNAs (“hsa-miR-34a-5p”, “hsa-miR-4640-5p”, “hsa-miR-4726-5p”, “hsa-miR-6508-3p”, “hsa-miR-520g-3p”, “hsa-miR-520h”, “hsa-miR-520h”, “hsa-miR-106b-5p”) were found to target 2 hub genes (Figure 4A). Then, we identified TFs regulating the top 10 hub genes. CCL5 has 14 targeting TFs and CXCL10 has 6 targeting TFs. RELA, IRF7, NFKB1, IRF3 and IRF1 were the TFs that target 2 hub genes (CCL5 and CXCL10) (Figure 4B). The integrated TF-miRNA-hub gene network highlighted CCL5 as the most central node, influenced by several miRNAs and TFs. hsa-miR-944 and hsa-miR-583 target 2 hub genes (Figure 4C).

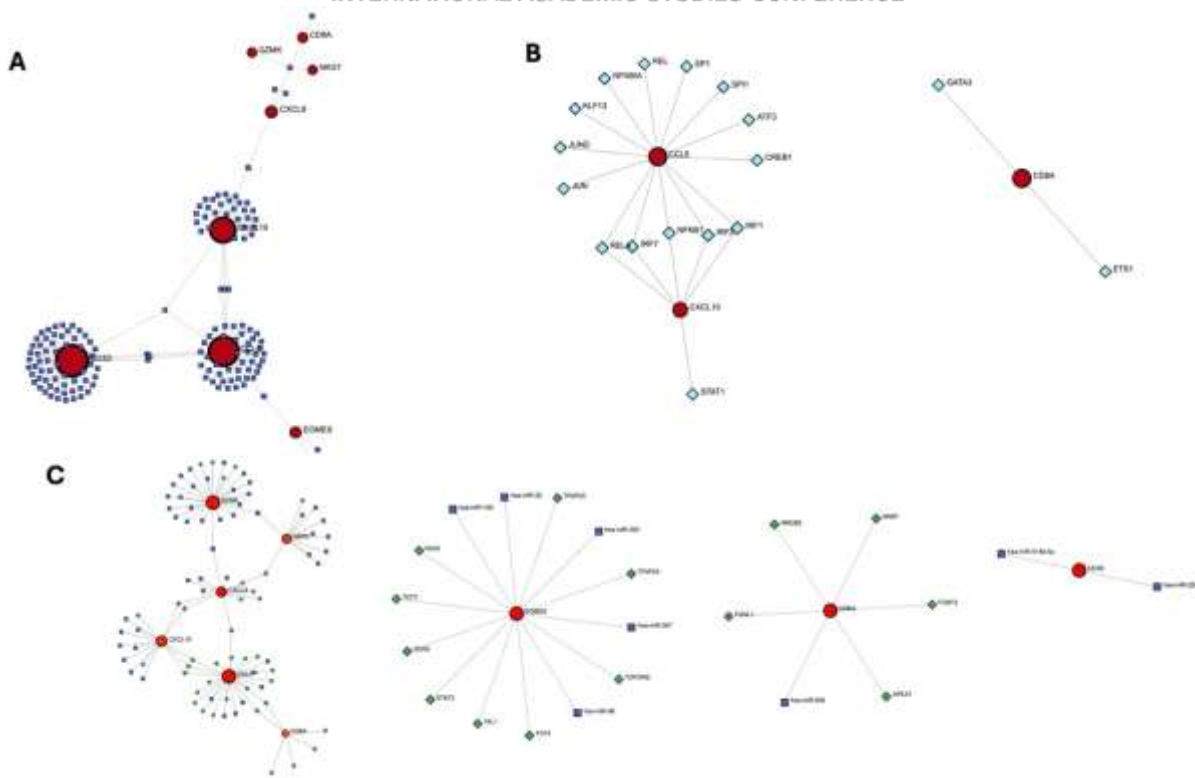


Figure 4. A. Gene-miRNA network, B. TF-gene network, C. TF-miRNA-gene network.

DISCUSSION

In this study, we carried out a comprehensive comparative transcriptomic analysis of inflammatory and sclerotic morphea using the GSE201405 dataset. Differential expression analysis revealed 56 DEGs in inflammatory morphea and 75 in sclerotic morphea, with 31 genes shared between both subtypes. This overlap suggests the existence of a core molecular signature underpinning the pathology of morphea regardless of its clinical subtype. These findings support earlier observations that immune dysregulation and inflammatory signaling are central to morphea progression (Peterson et al., 1997; Zulian et al., 2006).

The shared DEGs were enriched in immune and inflammatory processes (GZMA, GZMK), including chemotaxis (CCL5, CXCL9, CXCL10), antimicrobial peptide response, and granzyme-mediated programmed cell death. These biological processes are consistent with the autoimmune nature of morphea, indicating that immune dysregulation is central to disease progression. GO and KEGG pathway analyses further highlighted pathways such as cytokine–cytokine receptor interaction, toll-like receptor signaling, and viral response pathways—reaffirming the pivotal role of immune signaling.

The PPI network analysis identified ten hub genes—CD8A, CXCL9, CCL5, GZMA, GZMK, CD3D, NKG7, EOMES, CXCL10, and GBP5—that occupy central positions in the disease-associated network. Many of these genes, including CXCL9 and CCL5, are known chemokines involved in immune cell recruitment and activation, which may exacerbate tissue inflammation and fibrosis observed in morphea.

Further regulatory analysis identified key miRNAs, such as hsa-miR-335-5p, hsa-miR-6849-3p, and hsa-miR-34a-5p, and transcription factors including IRF1, IRF3, IRF7, NFKB1, and RELA, that may regulate

these hub genes. For instance, miR-335-5p has been implicated in modulating inflammation and extracellular matrix remodeling in fibrotic diseases (Sun et al., 2021), while miR-34a-5p is known to regulate immune checkpoint pathways and apoptosis (Liu et al., 2015). Transcription factors such as IRF1, IRF7, NFKB1, and RELA—which regulate interferon signaling and inflammatory cytokine expression—were also found to target several hub genes, reinforcing the idea that both interferon and NF-κB signaling pathways contribute to morphea pathogenesis (Platanis and Decker, 2018).

The convergence of both miRNAs and TFs on certain genes (e.g., CCL5) suggests that these genes may be tightly regulated at multiple levels and could serve as potential biomarkers or therapeutic targets.

Although this study highlights key molecular players in morphea, it is limited by the reliance on a single dataset and lack of experimental validation. Future studies incorporating additional transcriptomic datasets, proteomics data, and functional assays are needed to validate these findings. Clinical validation of identified biomarkers in larger, well-characterized patient cohorts will also be crucial for translating these findings into diagnostic or therapeutic applications.

In summary, our integrative analysis reveals a shared immune-inflammatory signature between inflammatory and sclerotic morphea, highlighting potential biomarkers such as *CXCL10*, *CCL5*, and *CD8A*. Regulatory elements like miR-335-5p, RELA, and IRF1 further underscore key upstream control points that could serve as therapeutic targets. Future research should explore the utility of these molecules as diagnostic biomarkers or intervention targets in larger clinical studies and translational models.

REFERENCES

- Zulian, F., Vallongo, C., Woo, P., Russo, R., Ruperto, N., Harper, J., Espada, G., Corona, F., Mukamel, M., Vesely, R., Musiej-Nowakowska, E., Chaitow, J., Ros, J., Apaz, M. T., Gerloni, V., Mazur-Zielinska, H., Nielsen, S., Ullman, S., Horneff, G., Wouters, C., ... Juvenile Scleroderma Working Group of the Pediatric Rheumatology European Society (PRES) (2005). Localized scleroderma in childhood is not just a skin disease. *Arthritis and rheumatism*, 52(9), 2873–2881.
- Peterson, L. S., Nelson, A. M., Su, W. P., Mason, T., O'Fallon, W. M., & Gabriel, S. E. (1997). The epidemiology of morphea (localized scleroderma) in Olmsted County 1960-1993. *The Journal of rheumatology*, 24(1), 73–80.
- Ritchie, M. E., Phipson, B., Wu, D., Hu, Y., Law, C. W., Shi, W., & Smyth, G. K. (2015). limma powers differential expression analyses for RNA-sequencing and microarray studies. *Nucleic acids research*, 43(7), e47.
- Szklarczyk, D., Gable, A. L., Lyon, D., Junge, A., Wyder, S., Huerta-Cepas, J., Simonovic, M., Doncheva, N. T., Morris, J. H., Bork, P., Jensen, L. J., & Mering, C. V. (2019). STRING v11: protein-protein association networks with increased coverage, supporting functional discovery in genome-wide experimental datasets. *Nucleic acids research*, 47(D1), D607–D613.
- Huang, daW., Sherman, B. T., & Lempicki, R. A. (2009). Systematic and integrative analysis of large gene lists using DAVID bioinformatics resources. *Nature protocols*, 4(1), 44–57.

Han, H., Cho, J. W., Lee, S., Yun, A., Kim, H., Bae, D., Yang, S., Kim, C. Y., Lee, M., Kim, E., Lee, S., Kang, B., Jeong, D., Kim, Y., Jeon, H. N., Jung, H., Nam, S., Chung, M., Kim, J. H., & Lee, I. (2018). TRRUST v2: an expanded reference database of human and mouse transcriptional regulatory interactions. *Nucleic acids research*, 46(D1), D380–D386.

Skoufos, G., Kakoulidis, P., Tastsoglou, S., Zacharopoulou, E., Kotsira, V., Miliotis, M., Mavromati, G., Grigoriadis, D., Zioga, M., Velli, A., Koutou, I., Karagkouni, D., Stavropoulos, S., Kardaras, F. S., Lifousi, A., Vavalou, E., Ovsepien, A., Skoulakis, A., Tasoulis, S. K., Georgakopoulos, S. V., ... Hatzigeorgiou, A. G. (2024). TarBase-v9.0 extends experimentally supported miRNA-gene interactions to cell-types and virally encoded miRNAs. *Nucleic acids research*, 52(D1), D304–D310.

Sun, X., Lin, F., Sun, W., Zhu, W., Fang, D., Luo, L., Li, S., Zhang, W., & Jiang, L. (2021). Exosome-transmitted miRNA-335-5p promotes colorectal cancer invasion and metastasis by facilitating EMT via targeting RASA1. *Molecular therapy. Nucleic acids*, 24, 164–174.

Liu, C., Kelnar, K., Vlassov, A. V., Brown, D., Wang, J., & Tang, D. G. (2012). Distinct microRNA expression profiles in prostate cancer stem/progenitor cells and tumor-suppressive functions of let-7. *Cancer research*, 72(13), 3393–3404.

Platanitis, E., & Decker, T. (2018). Regulatory Networks Involving STATs, IRFs, and NFκB in Inflammation. *Frontiers in immunology*, 9, 2542. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.02542>

Surface Treatment Strategies for Improved Adhesive Bonding on Low Energy Polymer Surfaces

Şazimet Sinem AYCAN¹

¹E-mail: sinem.aycan@tofas.com.tr ; TOFAŞ TÜRK OTOMOTİV FABİRKASI A.Ş.
Bursa/ TÜRKİYE

Özet

Plastik alt tabakalar, üzerine kumaş ve PVC gibi malzemelerin yapıştırıcılarla birleştirildiği birçok endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, plastiklerin doğası gereği düşük yüzey enerjisine sahip olmaları nedeniyle, yapıştırıcılarla yapılan birleştirmeler genellikle zayıf yapışma ve ara yüzey ayrılmasıyla sonuçlanır. Bu çalışmada, yapışma dayanımını artırmak ve yüzeydeki mekanik tutunmayı geliştirmek amacıyla plastik alt tabakalara yüzey işlemi uygulanmıştır. Yapışma performansı, dört farklı çevresel koşul altında değerlendirilmiştir. Sonuçlar, yüzey işlemi uygulanmış numunelerin, işlem görmemiş olanlara kıyasla önemli ölçüde daha yüksek bir yapışma dayanımı sergilediğini ortaya koymuştur. Özellikle, ortam koşullarında yapışma dayanımı yaklaşık %50, nem yaşlandırması sonrası %30 ve termal maruziyet sonrası %15 oranında artış göstermiştir. Bu bulgular, yüzey modifikasyonunun plastik yüzeylere yapıştırıcı tutunmasını etkili bir şekilde artırdığını ve plastik esaslı kompozit yapıların dayanıklılığını ve performansını geliştirmek için pratik bir strateji sunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Yüzey işlemi, yapıştırıcı, çevresel dayanıklılık, polimer, yüzey pürüzlülüğü.*

Abstract

Plastic substrates are widely used across industries, where materials such as fabrics and PVC are bonded onto them using adhesives. However, due to their inherently low surface energy, adhesive bonding often results in weak adhesion and interfacial separation. In this study, a surface treatment was applied to plastic substrates to increase roughness and enhance adhesive bonding. Adhesion performance was then evaluated under four different environmental conditions. Results showed that surface-treated samples exhibited significantly improved bonding strength compared to untreated ones. Specifically, adhesion strength increased by approximately 50% under ambient conditions, 30% after humidity aging, and 15% following thermal cycling exposure. These findings demonstrate that surface modification effectively enhances adhesive bonding to plastic surfaces, providing a practical strategy for improving the durability and performance of plastic-based composite structures.

Keywords: *Surface treatment, adhesive, environmental durability, polymer, surface roughness.*

1. INTRODUCTION

Plastic materials such as polypropylene (PP), polyethylene (PE), and Akrilonitril Bütadien Stiren (ABS) are widely used in industries like automotive, packaging, construction, and textiles due to their low cost, chemical resistance, and lightweight structure. However, their usage in adhesive bonding applications is often limited because of their low surface energy and non-polar molecular structure, which lead to weak adhesion properties [1]. As a result, forming strong and durable bonds between these plastics and other materials, such as textiles or coatings, remains a challenge.

In order to overcome this limitation, several surface modification techniques have been used to improve surface properties. Moreover, according to Packham, enhanced adhesion is a combination of improved wettability and chemical reactivity of the surface, combined with mechanical keying to the increasingly rough surfaces. [2]

Despite these developments, the long-term behavior of adhesive materials under varying environmental conditions—such as high humidity, temperature changes, or thermal aging—still needs further investigation. Environmental effects can weaken the adhesive interface over time, leading to performance loss [3]. Therefore, evaluating how surface treatments affect bonding strength under such conditions is crucial for a reliable material design.

In this study, a mechanical surface treatment was applied to increase the surface roughness of plastic substrates, aiming to improve the adhesive bonding. The adhesion performance was then tested under four environmental conditions: ambient, high humidity, thermal exposure, and thermal cycling. The results offer useful insights into how surface preparation can affect bonding durability in plastic-based systems used in real-world applications.

2.METHODOLOGY

To evaluate the adhesive performance of fabric-laminated plastic substrates under various environmental conditions, a series of pre-conditioning and mechanical tests were conducted. The methodology was consisted of the following steps:

2.1 Sample Preparation: Test specimens were prepared by laminating fabric onto plastic substrates using a standard adhesive system. Surface treatment was applied to a portion of the samples to enhance surface roughness and improve adhesive bonding. Untreated samples were used as controls.

2.2 Environmental Conditioning: Samples were subjected to four different environmental scenarios to simulate real-life aging conditions. Which are listed as follows: humidity ageing, thermal cycling, heat ageing, and ambient conditioning.

2.2.1 Humidity Aging: Specimens were exposed to high humidity conditions (relative humidity >95% at 40 °C) for a specified duration to assess the effect of moisture on adhesion.

2.2.2 Thermal Cycling: To simulate temperature fluctuations, samples were subjected to repeated cycles between low and high temperatures (e.g., -40 °C to +85 °C), allowing for thermal expansion and contraction stresses to act on the adhesive interface.

2.2.3 Heat Aging: A separate set of specimens was placed in a convection oven at elevated temperature (e.g., 90 °C) for a defined period to evaluate the effect of long-term heat exposure on adhesive integrity.

2.2.4 Ambient Condition: A control group was kept at room temperature and humidity as a reference for comparison.

2.3 Adhesion Testing: Following conditioning, the adhesive strength of all samples was measured using a tensile testing machine. The delamination behavior (i.e., separation between layers) was evaluated by recording the average force required to separate the bonded layers under tensile load. Testing was carried out at standard laboratory conditions, and force-displacement data were collected for each specimen. The results were analyzed to compare the adhesion performance of surface-treated versus untreated samples under each environmental condition, providing insights into the effectiveness of surface modification techniques in enhancing adhesive durability.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The study assessed the adhesive performance of fabric-laminated plastic substrates subjected to various environmental conditions, comparing untreated samples with those that undergo mechanical surface treatment to enhance surface roughness. In Table 1, one can see the detailed results for both environmental conditions.

Table 1. Tensile Device Results after environmental conditioning of the samples

Test Condition	Tensile Device Result (N) – <i>Untreated Surface</i>	Tensile Device Result (N) – <i>Samples After Surface Treatment</i>
Ambient Conditions	1,00	1,50
Humidity Cabinet	1,05	1,37
Thermal Cycle	0,89	1,02
Oven Conditioning	1,03	1,04

As shown in the comparative test data, mechanical surface treatment significantly enhanced the adhesion performance of the samples across all environmental conditions tested. Under ambient conditions, 50% increase in adhesion force was observed (from 1.00 N to 1.50 N), indicating improved interfacial bonding due to increased surface roughness and better mechanical bonding.

After exposure to the humidity cabinet, untreated samples exhibited a slight increase in adhesion force (from 1.00 N to 1.05 N), possibly due to moisture absorption slightly softening the surface. However, surface-treated samples maintained a higher increase (to 1.37 N, %30 increase), reflecting more stable bonding under high-humidity conditions.

Thermal cycling generally had a degrading effect on adhesive strength. Untreated samples dropped to 0.89 N, while surface-treated samples retained improved adhesion at 1.02 N. The relative increase of

~15% compared to the untreated group suggests that surface treatment can provide thermal durability, possibly by improving compatibility between the adhesive and substrate at elevated temperatures.

The least performance difference between untreated and treated samples was observed after oven conditioning, with both groups showing nearly identical values (1.03 N vs. 1.04 N). This suggests that oven conditioning had a neutral effect on adhesion in both scenarios. However, the consistently better performance of surface-treated samples throughout all conditions supports the hypothesis that roughened surfaces ensure a more reliable and durable adhesive bonding.

4. CONCLUSION

This study demonstrated that surface treatment significantly enhances the adhesive bonding performance of fabric-coated plastic substrates under various environmental conditions. The low surface energy of plastic substrates typically hinders strong adhesive interactions, often leading to weak bonding and delamination. However, by increasing surface roughness through pretreatment, improved mechanical interlocking and wettability were achieved, leading to superior adhesion performance.

Experimental results revealed that surface-treated samples exhibited a 50% increase in tensile strength under ambient conditions, a 30% improvement following humidity exposure, and a 15% enhancement after thermal cycling, when compared to untreated counterparts. Among the tested conditions, oven conditioning exhibited the least change, suggesting that thermal aging alone has a less detrimental effect on adhesion than high humidity or cyclic thermal stress. Furthermore, visual inspection of the post-test samples confirmed a shift from adhesive failure in untreated samples to cohesive and fiber-tearing failure modes in treated ones, further indicating stronger bonding at the interface.

In conclusion, surface modification is a simple yet highly effective strategy to improve the durability and mechanical integrity of adhesive materials in plastic-based composite systems, especially for automotive and other high-performance applications where environmental resistance is critical.

5. REFERENCES

- [1] Ebnesajjad, S. (2008). *Surface Treatment of Materials for Adhesive Bonding*. William Andrew Publishing.
- [2] Packham, D. E. (2003). *Surface energy, surface topography and adhesion*. International Journal of Adhesion and Adhesives, 23(6), 437–448.
- [3] Baldan, A. (2012). *Adhesively-bonded joints in metallic alloys, polymers and composite materials: Mechanical and environmental durability performance*. Journal of Materials Science, 47(3), 1043–1107.

Effect of Nano Silica and Glass Fiber Reinforcement on Mechanical Properties in Epoxy Resins

Reyhan CEYLAN^{1*} (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2150-1002>), **Elanur OZUN²** (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5937-3221>), **M. Özgür BORA³** (ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0921-418X>), **Eser YARAR⁴** (ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1187-5382>), **Onur ÇOBAN³** (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8965-3459>), **Tamer SINMAZÇELİK⁴** (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3276-5820>), **Togayhan KUTLUK⁵** (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7249-9902>)

^{1*}E-mail: reyceylan@gmail.com; Kocaeli University, Institute of Science, Department of Aviation Science and Technologies, Kocaeli / Türkiye.

²E-mail: eozun@teknokaucuk.com.tr; Kocaeli University, Institute of Science, Department of Mechanical Engineering, Kocaeli / Türkiye, Tekno Kauçuk Sanayii A.Ş. Kocaeli / Türkiye.

³E-mail: ozgur.bora@kocaeli.edu.tr; Kocaeli University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Aircraft Body and Engine Maintenance, Kocaeli / Türkiye.

⁴E-mail: eser.yarar@kocaeli.edu.tr; Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Kocaeli / Türkiye.

³E-mail: onur.coban@kocaeli.edu.tr; Kocaeli University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Aircraft Body and Engine Maintenance, Kocaeli / Türkiye.

⁴E-mail: tamersc@kocaeli.edu.tr; Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Kocaeli / Türkiye.

⁵E-mail: togayhan.kutluk@kocaeli.edu.tr; Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Kocaeli / Türkiye.

Abstract

Epoxy resins are among the most preferred thermoset-based resins in many industries such as aviation, automotive, electrical-electronics and construction due to their high mechanical strength, superior chemical resistance and excellent adhesion properties. However, epoxy resins have a very hard and brittle structure when cured due to their high cross-link density. This causes the material to have low resistance to failure initiation and progression. This disadvantage can be eliminated by adding reinforcement materials such as nano silica, glass fiber, carbon nanotube, graphene and alumina to epoxy resins. Such reinforcements increase the mechanical performance of epoxy resins and provide a wider range of use. In the light of all this information, in this study, nano silica and glass fiber were added to the toughened epoxy resin at different reinforcement ratios (0.25, 0.50, 0.75, 1, 3 wt. %) and the effects of different reinforcement materials and ratios on the mechanical properties of the samples were investigated. With 0.75 wt. % silica reinforcement, the highest strength value of 26.85 ± 0.4 MPa was obtained among all silica reinforcement ratios and approximately 20.61% higher strength was obtained compared to the nonreinforced epoxy resin (22.26 MPa). Similarly, with 0.75 wt. % glass fiber reinforcement, the highest strength value of 28.43 ± 0.4 MPa was obtained among all glass fiber reinforcement ratios and approximately 27.71% higher strength was obtained compared to the nonreinforced epoxy resin (22.26 MPa). In addition, to verify the experimental mechanical test results and compare them with analytical data, the finite element analysis results performed in the ANSYS program were examined. It has been determined that the numerical analyzes are compatible with the experimental results.

Keywords: Epoxy, finite element analysis, glass fiber, nano silica, tensile strength

Özet

Epoksi reçineler, yüksek mekanik dayanımları, üstün kimyasal dirençleri ve mükemmel yapışma özellikleri sayesinde havacılık, otomotiv, elektrik-elektronik ve inşaat gibi birçok endüstride en çok tercih edilen termoset esaslı reçineler arasında yer almaktadır. Ancak, termoset yapılarının doğal bir sonucu olarak epoksi reçineler, yüksek çapraz bağ yoğunluğuna sahip olduklarından, kürlendiklerinde oldukça sert ve kırılgan bir yapı ortaya çıkmaktadır. Bu durum, malzemenin hasar başlangıcına ve ilerlemesine karşı düşük direnç göstermesine yol açmaktadır. Ancak bu dezavantaj, epoksi reçinelere nano silika, cam fiber, karbon nanotüp, grafen ve alümina gibi takviye malzemelerinin eklenmesiyle giderilebilmektedir. Bu tür takviye malzemeleri, epoksi reçinelerin mekanik performansını artırarak daha geniş bir kullanıma sahip olmasını sağlamaktadır. Tüm bu bilgiler ışığında, bu çalışmada tok karakteristiğe sahip epoksi reçine içerisine farklı takviye oranlarında (ağırlıkça % 0.25, 0.50, 0.75, 1, 3) nano silika ve cam fiber eklenmiş ve farklı takviye malzemesinin ve oranının numunelerin mekanik özelliklerine etkileri incelenmiştir. Ağırlıkça %0.75 silika takviyesi ile tüm silika takviye oranları içerisinde 26.85±0.4 MPa en yüksek dayanım değeri elde edilmiş ve takviyesiz epoksi yapıştırıcıya (22.26MPa) nazaran yaklaşık %20.61 oranında kayda değer şekilde daha yüksek dayanım elde edilmiştir. Benzer şekilde, ağırlıkça %0.75 cam fiber takviyesi ile tüm cam fiber takviye oranları içerisinde 28.43±0.4 MPa en yüksek dayanım değeri elde edilmiş ve takviyesiz epoksi yapıştırıcıya (22.26 MPa) kıyasla yaklaşık %27.71 oranında daha yüksek dayanım elde edilmiştir. Bununla birlikte, deneysel mekanik test sonuçlarını doğrulamak ve analitik verilerle karşılaştırmak amacıyla ANSYS programında gerçekleştirilen sonlu elemanlar analizi sonuçları incelendiğinde, deneysel sonuçlarla yüksek düzeyde uyumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Epoksi, sonlu elemanlar analizi, cam fiber, nano silika, çekme dayanımı

1. INTRODUCTION

Epoxy resins have become indispensable in many industries such as aviation, automotive, electrical-electronics and construction due to their superior mechanical strength, high chemical resistance and excellent adhesion properties. Epoxies, known as thermoset polymers, gain an extremely hard and brittle structure when cured due to their high crosslink density. This brittleness caused by high crosslink density causes epoxy resins to show low resistance to damage initiation and progression, especially under vibration and sudden load changes. In engineering applications, this situation limits material performance and increases the risk factor, especially in structural applications. In many studies conducted in the literature, solutions have been sought for the performance problems of epoxy systems and have focused particularly on reinforcement methods through material modification. In this context, adding a suitable reinforcement material to the epoxy resin has been intensively studied and used as a viable strategy to overcome this disadvantage [1, 2].

In the literature, the use of nano and micro scale reinforcement materials to eliminate mechanical weaknesses of epoxy resins is widely used. Reinforcement materials such as nano silica, glass fiber, carbon

nanotube, graphene and alumina are integrated into the microstructure of the resin to optimize load distribution and increase overall mechanical strength. This approach makes the material more resistant to stress and deformation conditions that may be encountered during application [3]. Among the reinforcement materials, nano silica stands out with its high elastic modulus (70 GPa), high specific surface area (50–380 m²/g), high thermal stability (1200 °C), low density (1.8 g/cm³), low thermal expansion coefficient, good wear resistance and low material cost. Adding nano silica to the epoxy matrix provides less shrinkage during curing, decrease in thermal expansion coefficient, increase in thermal conductivity and other mechanical properties such as tensile strength, bending strength and impact strength [4]. Glass fibers are another frequently preferred reinforcement material due to their relatively low density, low cost, high strength, high impact resistance, low thermal conductivity and great flexibility [5, 6]. When the studies on the subject in the literature are examined, Jumahat et al. [7] obtained 38% and 24% higher results in tensile modulus and tensile strength values, respectively, when they added 25 wt. % nano silica to Epikote 828 epoxy resin compared to nonreinforced epoxy resin. In another study, Bondioli et al. [8] investigated the effect of adding 1, 3 and 5 wt. % nano silica to epoxy resin on the elastic modulus value of the resin. Compared to nonreinforced epoxy resin, the elastic modulus value of the resin increased by 6.75%, 13.6% and 18.5% with 1, 3 and 5 wt. % nano silica. Chen et al. [9] investigated the mechanical properties of epoxy resins filled with 12 nm spherical silica particles. At reinforcement rates less than 10 wt. %, a 25% increase in tensile modulus and a 30% increase in fracture toughness were obtained. At higher reinforcement rates, the modulus continued to increase, but there was a decrease in strength and fracture toughness.

When the literature studies are examined, many studies have been examined in which nano and micro-sized reinforcement materials are added to epoxy resin. However, there are a limited number of studies in these studies examining the effect of glass fiber reinforcement on epoxy resin. In addition, it has been determined that these studies have only been at the experimental stage and that numerical results supporting the experimental results were not included. In this context, in this study, the tensile properties of bulk samples obtained by adding nano silica and glass fiber reinforcements at different reinforcement ratios (0.25, 0.50, 0.75, 1, 3 wt. %) to epoxy resin with toughened characteristics were examined in detail. In addition, Finite Element Analyses were performed using the ANSYS program to support the experimental test results.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials

In this study, EC-9323 B/A two-component toughened epoxy resin [10] was preferred as epoxy resin and was supplied by 3M İstanbul, Turkey. Table 1 shows the properties of the epoxy resin used in the study. Then, glass fiber and nano silica were reinforced into the epoxy resins separately at 0, 0.25, 0.50, 0.75, 1 and 3 wt. %. Glass fiber [11] and nano silica [12] were supplied by Dost Kimya İstanbul, Turkey and Nanografi Ankara, Turkey respectively. Table 2 shows the properties of glass fiber and Table 3 shows the properties of nano silica reinforced in the epoxy resin.

Table 1. *Properties of epoxy resin [10]*

General Properties	Part B	Part A
Color	White	Off-white
Base	Modified epoxy	Modified amine
Density	1.04 g/cm ³	1.03 g/cm ³
Viscosity	250 Pas	75 Pas
Mix ratio by weight	100:50 wt.	
Curing conditions	2 hours at 65°C	

Table 2. *Properties of glass fiber [11]*

Glass Fiber Properties	
Tensile Strength	3400 MPa
Elastic Modulus	77 GPa
Application Temperature	(-60°C) - (+650°C)
Melting Temperature	1120°C
Specific Gravity	2.60 gr/cc
Fiber Diameter	13-15 micrometer

Table 3. *Properties of nano-silica [12]*

Nano silica Properties	
Purity	%97.3
Average Particle Size	16 nm
Specific Surface Area	150-550 m ² /g
Density	2.2 g/cm ³
Weight Loss on Drying	5.4 wt. %
Weight Loss on Firing	9.4 wt. %
pH	6.0
Color	White

2.2. Preparation of Tensile Test Samples

EC-9323-2 B/A epoxy resin and hardener were placed in a beaker at a certain weight ratio (2:1 by weight) as specified in the technical data sheet of the resin and mixed until a homogeneous mixture was obtained. In the glass fiber and nano silica reinforced samples, in order to prevent the reinforcement materials from agglomeration, first only the epoxy resin and reinforcement materials were mixed until a homogeneous mixture was obtained and then the hardener was added and the mixing process was continued. In order to determine the mechanical properties of nonreinforced and reinforced (glass fiber and nano silica) toughened epoxy resins, a dogbone tensile test sample mold was designed and then produced using Teflon material. Teflon material was preferred so that the resins would not stick to the mold surface and could be easily separated. Dogbone tensile test samples were prepared according to the ASTM D638-10 standard [13] as seen in Figure 1. Also, Figure 2 shows the preparation stages of the test sample schematically. The preparation of all tensile test samples was carried out at Aviation Materials Research and Development Laboratory within the Kocaeli University Faculty of Aeronautics and Astronautics.

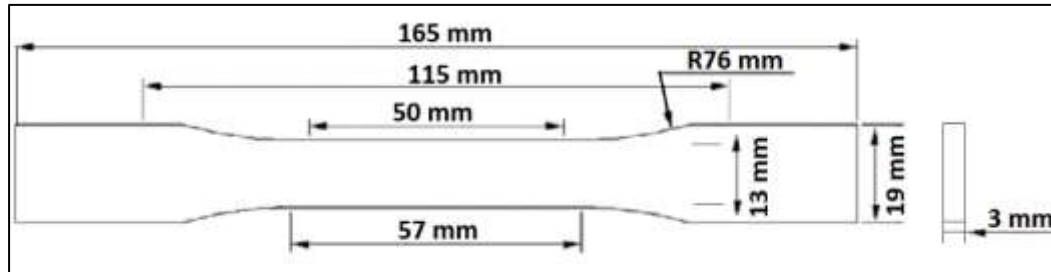


Fig. 1. *Dimensions of dogbone tensile test sample according to ASTM D638-10 standard [13]*



Fig. 2. Preparation of test samples

2.3. Testing of Tensile Test Samples

The prepared samples were left to cure for 2 hours in a 65°C oven as specified in the technical data sheet of the resin. Then, the samples were tested at a speed of 10 mm/min in the Instron tensile testing machine within the Mechanical Engineering Department of Kocaeli University (Figure 3). Failure images were taken from the broken surfaces after the tensile test and examined in detail with the Olympus SZX16 Stereo microscope.



Fig. 3. Performing of the tensile tests

2.4. Performing of the Finite Element Analysis (FEM)

Following the experimental studies, analytical studies were carried out to verify the experimental studies by using Mooney-Rivlin hyperelastic material model. This model is particularly suitable for modeling resin materials because it can accurately predict the behavior of materials that exhibit large elastic deformations. ANSYS software allows the implementation of hyperelastic material models such as Mooney-Rivlin, making it possible to accurately simulate the stress-strain response of resin and their behavior under load [14]. The 3D model and element structure created for the tensile test are given in Figure 4. The tensile test sample consists of a total of 10351 nodes and 1740 elements. In each simulation for the tensile tests, one end of the sample was fixed and a constant 250 N load was applied from the other end.

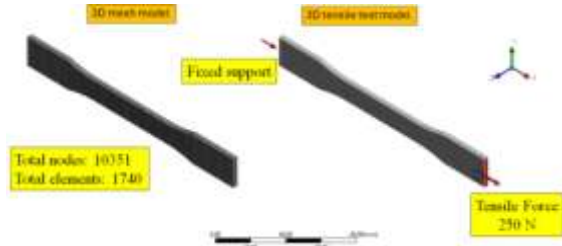


Fig. 4. 3D model structure of samples

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. Experimental Results

Figure 5 shows the tensile test results of nonreinforced and 0.25, 0.50, 0.75, 1, 3 wt. % silica and glass fiber reinforced epoxy samples. When the results were examined, the tensile strength of the nonreinforced epoxy resin was determined as 22.26 ± 0.4 MPa. Considering the silica reinforcement, the highest strength value of 26.85 ± 0.5 MPa was obtained with 0.75 wt. % silica reinforcement and the lowest strength value of 17.85 ± 0.7 MPa was obtained with 3 wt. % silica reinforcement. With 0.75 wt. % silica reinforcement in the epoxy resin, a significantly higher strength of approximately 21% was obtained compared to the nonreinforced epoxy resin (22.26 MPa). In similar studies in the literature, it has been stated that when nanoparticles are distributed homogeneously in the polymer material, they increase the mechanical properties by filling the weak microstructures within the structure and the interaction forces at the polymer-nanoparticle interface [15, 16]. On the other hand, in the case of glass fiber reinforcement, the highest strength value of 28.43 ± 0.4 MPa was obtained with 0.75 wt. % glass fiber reinforcement and the lowest strength value of 19.35 ± 0.6 MPa was obtained with 3 wt. % glass fiber reinforcement. Approximately 28% higher strength was obtained with 0.75 wt. % glass fiber reinforcement in the epoxy resin compared to the nonreinforced (pure) epoxy resin (22.26 MPa). In general, after the optimum reinforcement ratios, a decrease in the strength values of the samples was observed at higher reinforcement ratios. In a similar study in the literature [9] examining nano silica reinforcement in epoxy resin, it was determined that an increase in the tensile modulus of the samples was observed with the increase in the nano silica reinforcement ratio. However, it was emphasized that a decrease was observed in the strength values after a certain reinforcement ratio due to the agglomeration of silica.

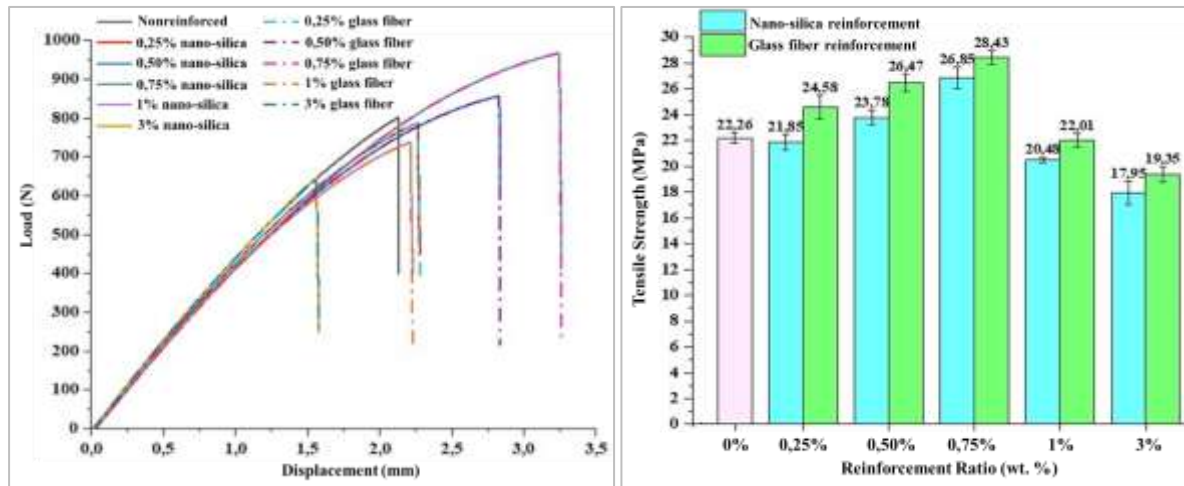


Fig. 5. Tensile test results

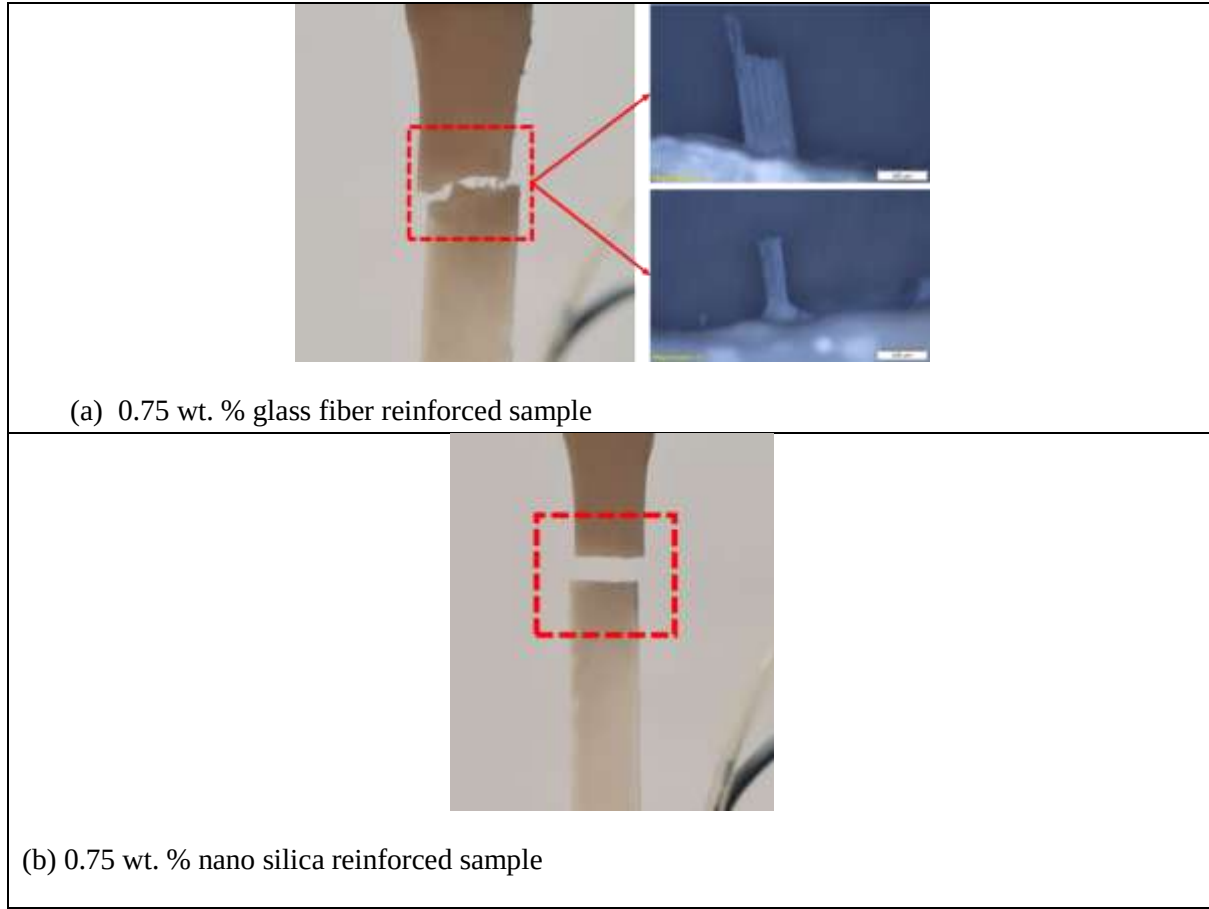


Fig. 6. Failure image of samples

Figure 6 shows the optical microscope image taken at 5X magnification from the broken surfaces of samples with 0.75 wt. % glass fiber and nano-silica reinforcement (optimum reinforcement ratio). In the 0.75 wt. % nano silica reinforced samples (Figure 6-b), the silica could not be observed under an optical microscope due to its nanoscale size. The observed increase in strength in the 0.75 wt.% glass fibers reinforced sample (Figure 6-a) was mainly attributed to the delay in failure propagation caused by the bridging mechanism during failure progression. The glass fibers formed mechanical bonds between the fracture surfaces, preventing sudden failure propagation and thereby enhancing the failure tolerance of the structure [17]. In a similar study in the literature, Elhadary et al. [18] reported that glass fibers delay failure propagation by a bridging mechanism, thereby significantly improving failure tolerance by increasing the overall strength of the structure.

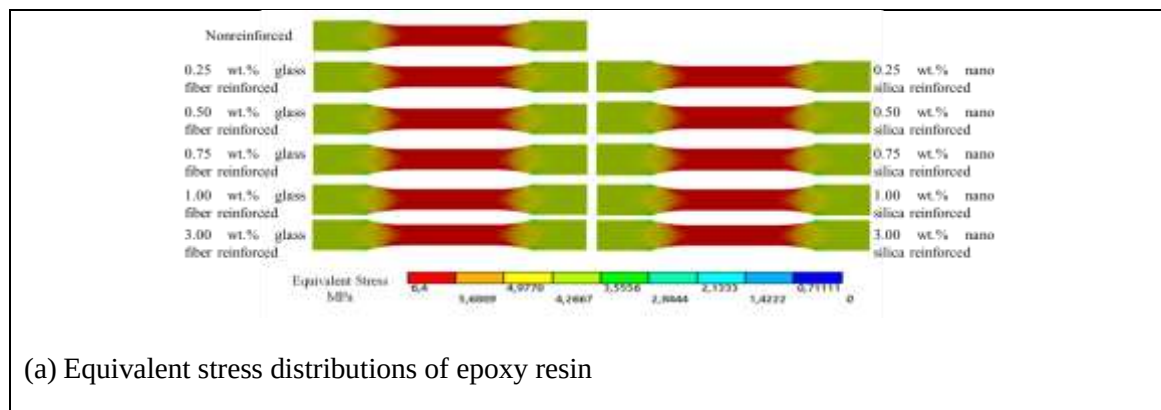
3.2. Finite Element Analysis

Table 4 shows the 2-constant Mooney-Rivlin material constants defined for epoxy resin. Experimentally obtained stress-strain graphs were used in deriving the model constants. When repeated experiments were considered, graphs representing the average stress and strain were used. C10 and C01 are constants that define the stress-strain behavior of the material. These constants determine the elasticity of the material and its response to deformation. D1 is the incompressibility coefficient. According to the table, the D1 value is taken as zero for all materials, that is, it is assumed that the materials are incompressible. When nonreinforced epoxy samples were examined, the C10 value is positive and high (approximately 558 MPa).

This shows that the material has high hardness. The C01 value was negative and showed the energy absorption characteristics of the material. At 0.75 wt. % silica reinforcement, $C10 \approx 15$ MPa and $C01 \approx -155$ Mpa, and this value was consistent with the data obtained in experimental tensile tests. At 3 wt. % silica reinforcement, the C10 value was positive but low. This showed that the high reinforcement ratio damages the elasticity of the material. In addition, at 0.25 wt. % glass fiber reinforcement, the C10 value was positive (33 MPa) and the C01 value was less negative. This ratio showed that the material had good elasticity and energy dissipation. At 3 wt. % glass fiber reinforcement, the C10 value decreased. This showed that excessive reinforcement had a negative effect on the material behavior. In other words, Mooney-Rivlin constants showed the most stable and high elastic response, especially at 0.75 wt. % reinforcement ratio (for both silica and glass fiber reinforcement). At higher reinforcement ratios, the structural integrity of the material weakens, resulting in unstable or negative values in the constants.

Table 4. Mooney-Rivlin material constants for toughened epoxy resin

	C10 (Pa)	C01 (Pa)	D1
Nonreinforced	558494814,1	-482271954,2	0
0.25 wt. % nano silica reinforced	-206983441	305909812,5	0
0.50 wt. % nano silica reinforced	991462785,9	-941882445,5	0
0.75 wt. % nano silica reinforced	1570358263	-1553194882	0
1.00 wt. % nano silica reinforced	981852125,6	-919257754,9	0
3.00 wt. % nano silica reinforced	3532828353	-3502951339	0
0.25 wt. % glass fiber reinforced	335104826,9	-252752182,9	0
0.50 wt. % glass fiber reinforced	-617882161	740208751,5	0
0.75 wt. % glass fiber reinforced	-269301904	365994250,6	0
1.00 wt. % glass fiber reinforced	-270925052	360945326,5	0
3.00 wt. % glass fiber reinforced	-225189807	341664797	0



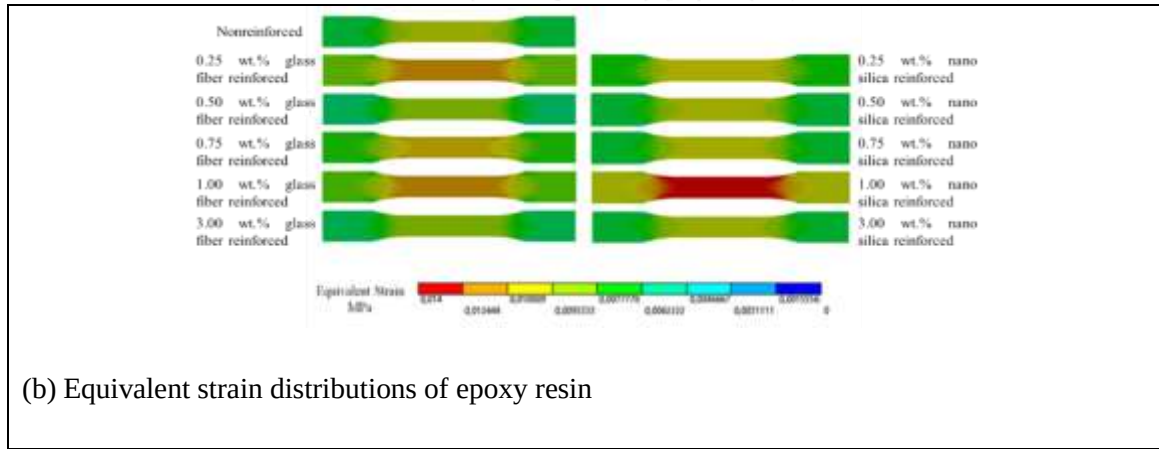


Fig. 7. Stress and strain distributions of epoxy

Figure 7 shows the stress and strain distributions of the modeled test sample under conditions where a constant tensile force of 250 N was applied. Figure 7-a shows the stress distributions resulting from the tensile test simulations of the toughened epoxy resin under constant load. As is known from the experimental results, the relatively rigid behavior of the toughened epoxy resin also affected the stress distributions. The simulation results under constant load did not reveal a significant difference in terms of equivalent stress distributions. However, when Figure 7-b was examined, the equivalent strain distributions reveal the desired difference. Accordingly, it was clear that glass fiber reinforcement tends to increase the strain in some cases and decrease it in some cases. In the cases of 0.5 wt. % and 3wt. % glass fiber reinforcement, the equivalent strain has clearly decreased. On the other hand, silica reinforcement has significantly increased the strain, especially in the case of 1 wt. % reinforcement ratio.

CONCLUSIONS

In this study, bulk epoxy tensile test samples were produced from reinforcement materials with different reinforcement types and ratios and tensile tests were applied. Then, the experimental data acquired were compared with the numerical analysis results. The results obtained in the study were listed below.

- The tensile strength of the nonreinforced epoxy resin was determined as 22.26 MPa. In general, the addition of glass fiber and nano silica to epoxy resin increased the mechanical strength.
- Considering the silica reinforcement, the highest strength value of 26.85 MPa was obtained with 0.75 wt. % silica reinforcement and the lowest strength value of 17.85 MPa was obtained with 3 wt. % silica reinforcement.
- The highest strength value of 28.43 MPa was obtained with 0.75 wt. % glass fiber reinforcement and the lowest strength value of 19.35 MPa was obtained with 3 wt. % glass fiber reinforcement.
- After the optimum reinforcement ratios, a decrease in the strength values of the samples was observed at higher reinforcement ratios.
- When the numerical results are considered, it has been determined that the results are consistent with the experimental results.
- These findings suggest that careful optimization of reinforcement content is crucial for maximizing the mechanical performance of epoxy resins, and future studies should focus on ensuring homogeneous distribution and structural integrity to maintain and improve overall material performance.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Kocaeli University Scientific Research Projects Coordination Unit [Project No: FOA-2023-3281]. In addition, we would like to thank Kocaeli University, Department of Mechanical Engineering for their contributions in carrying out the mechanical tests. And also thank Tekno Kauçuk for their valuable contributions.

REFERENCES

- [1] Tee, Z., Yeap, S., Hassan C.S., Kiew, P.L. 2022. Nano and non-nano fillers in enhancing mechanical properties of epoxy resins: a brief review, *Polymer-Plastics Technology and Materials* ,61(7), 709-725. <https://doi.org/10.1080/25740881.2021.2015778>.
- [2] Kinloch, A.J. 1987. *Adhesion and Adhesives*, Science and Technology, 1nd edition, Springer, <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7764-9>.
- [3] Barbosa, A.Q., da Silva, L.F.M., Banea, M.D., Öchsner, A. 2016. Methods to increase the toughness of structural adhesives with micro particles: an overview with focus on cork particles, *Materials Science and Engineering Technology*, 47(4), 307-325. <https://doi.org/10.1002/mawe.201600498>.
- [4] Sarode, P., Bhombe, S., Raskar, S., Raut, R., Bhalwankar, M. 2019. A Review on Tensile Properties of Epoxy Polymer Matrix Nanocomposites by Pure and Hybrid Nanosilica Reinforcements, *Techno-Societal 2018*, Proceedings of the 2nd International Conference on Advanced Technologies for Societal Applications - Volume 2, Springer.
- [5] Abbas, A., Shabi, A., Sharma, N. 2020. Mechanical Testing of E-Glass Fiber with Epoxy Resin Reinforced Matrix, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 07(10), e-ISSN: 2395-0056.
- [6] Giv, A.N., Ayatollahi, M., Ghaffari, S.H., da Silva, L.F.M. 2018. Effect of reinforcements at different scales on mechanical properties of epoxy adhesives and adhesive joints: a review, *The Journal of Adhesion*, 94(13), 1082-1121. <https://doi.org/10.1080/00218464.2018.1452736>.
- [7] Jumahata, A., Soutis, C., Abdullah, S.A., Kasolanga, S. 2012. Tensile properties of nanosilica/epoxy nanocomposites, *Procedia Engineering*, 41, 1634 – 1640. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.361>.
- [8] Bondioli, F., Cannillo, V., Fabbri, E., Messori, M. 2005. Epoxy-silica nanocomposites: Preparation, experimental characterization, and modeling, *Journal of Applied Polymer Science*, 97, 2382–2386. <https://doi.org/10.1002/app.21854>.
- [9] Chen, C., Justice, R.S., Schaefer, D.W., Baur, J.W. Highly dispersed nanosilica–epoxy resins with enhanced mechanical properties, *Polymer*, 49(17), 3805-3815. <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2008.06.023>.
- [10] Aerospace Technical Data Sheet, 3M™ Scotch-Weld™ EC-9323-2 B/A Two Part Structural Adhesive, <https://multimedia.3m.com/mws/media/153955O/3mtm-scotch-weldtm-epoxy-adhesive-2216-b-a.pdf>
- [11] <https://www.kompozitshop.com/cam-elyaf-kirpilmis>
- [12] <https://nanografi.com/nanoparticles/silicon-dioxide-sio2-nanopowder-nanoparticles-purity-97-3-wt-size-16-nm-coated-with-2-wt-silane/>
- [13] American Society for Testing and Materials (ASTM International). 2014. ASTM D638-10 Standard: Test Method for Tensile Properties of Plastics, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959. United States.
- [14] Sánchez-Arce, I.J., Ramalho, L.D.C., Gonçalves, D.C., Campilho, R.D.S.G., Belinha, J. 2023. Hyperelastic Behaviour of Adhesives and Its Effect on Bonded Joints: An Exploratory Study. In: da Silva, L., Adams, R., Dilger, K., Eds. 2nd International Conference on Industrial Applications of Adhesives, Cham: Springer International Publishing; 135–148.
- [15] Kim, J.K., Ma, P.C., Marom, G., Siddiqui, N. A. 2010. Dispersion and functionalization of carbon nanotubes for polymer-based nanocomposites: A review, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 41(10), 1345-1367. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2010.07.003>.
- [16] Rose, S., PrevotEAU, A., Elzière, P., Marcellan, A., Leibler, L. 2014. Nanoparticle solutions as adhesives for gels and biological tissues, *Nature*, 505, 382-385. <https://doi.org/10.1038/nature12806>.

- [17] Kinloch, A.J., Masania, K., Taylor, A.C., Sprenger, S., Egan, D. 2008. The fracture of glass-fibre-reinforced epoxy composites using nanoparticle-modified matrices, *Journal of Materials Science*, 43, 1151–1154.
- [18] Elhadary, M., Hamdy, A., Shaker, W. 2022. Effect of fiber bridging in composites healing, *Alexandria Engineering Journal*, 61(4), 2769-2774. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.08.002>.

Investigation of the Effects of Nano-Silica Reinforcement on Epoxy Adhesive Performance by Experimental and Numerical Analysis Methods

Elanur OZUN^{1*} (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5937-3221>), Reyhan CEYLAN² (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2150-1002>), M. Özgür BORA³ (ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0921-418X>), Eser YARAR⁴ (ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1187-5382>), Onur ÇOBAN³ (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8965-3459>), Tamer SINMAZÇELİK⁴ (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3276-5820>), Togayhan KUTLUK⁵ (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7249-9902>)

^{1*}E-mail: ezun@teknokaucuk.com.tr; Kocaeli University, Institute of Science, Department of Mechanical Engineering, Kocaeli / Türkiye, Tekno Kauçuk Sanayii A.Ş. Kocaeli / Türkiye.

²E-mail: reyceylan@gmail.com; Kocaeli University, Institute of Science, Department of Aviation Science and Technologies, Kocaeli / Türkiye.

³E-mail: ozgur.bora@kocaeli.edu.tr; Kocaeli University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Aircraft Body and Engine Maintenance, Kocaeli / Türkiye.

⁴E-mail: eser.yarar@kocaeli.edu.tr; Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Kocaeli / Türkiye.

³E-mail: onur.coban@kocaeli.edu.tr; Kocaeli University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Aircraft Body and Engine Maintenance, Kocaeli / Türkiye.

⁴E-mail: tamersc@kocaeli.edu.tr; Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Kocaeli / Türkiye.

⁵E-mail: togayhan.kutluk@kocaeli.edu.tr; Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Kocaeli / Türkiye.

Abstract

The use of lightweight constructions is crucial in leading industries like automotive and aerospace. Adhesive bonding stands out as a key joining method, particularly for lighter vehicles and fuel efficiency. Epoxy adhesives are widely used due to their high adhesion strength, low cost, and chemical resistance. However, their chemical bond structure limits their resistance to failure initiation. Recent advancements in material science have shown that nano-reinforcements can significantly enhance the mechanical properties of epoxy adhesives, broadening their potential applications. In this study, epoxy adhesives were reinforced with different reinforcement ratio of nano-silica, and tensile tests were conducted to determine tensile strength and elongation at break. The optimal nano-silica ratio was identified as 0.5 wt%, with an 11.2% improvement in tensile strength compared to unreinforced adhesive. Additionally, numerical analyses using ANSYS revealed equivalent stress and strain distributions, which aligned with the experimental findings. These findings highlight the potential of nano-silica reinforcement in improving epoxy adhesive performance for advanced engineering applications.

Keywords: Epoxy adhesive, nano-silica, numerical analysis, tensile strength

Özet

Otomotiv ve havacılık gibi öncü sektörlerde hafif konstrüksiyonların kullanımı büyük ölçüde önemlidir. Daha hafif araç potansiyeli, yakıt tasarrufu gibi hususlar değerlendirildiğinde yapıştırma bağlantıları öne çıkan birleştirme yöntemidir. Yüksek yapışma dayanımına sahip, düşük maliyetli, kimyasala karşı dirençli epoksiler yapıştırıcı olarak sıklıkla tercih edilmektedir. Ancak kimyasal bağ yapısından ötürü epoksiler hasar başlangıcına karşı düşük direnç gösterirler. Malzeme bilimindeki son gelişmeler, nano takviyelerin epoksi yapıştırıcıların mekanik özelliklerini önemli ölçüde artırabileceğini ve potansiyel uygulama alanlarını genişletebileceğini göstermiştir. Bu bağlamda bu çalışmada, epoksi yapıştırıcı içerisine farklı oranlarda nano silika takviye edilmiştir. Ardından nano silika takviyeli yapıştırıcıların çekme testleri gerçekleştirilerek çekme dayanımı ve uzama değerleri tespit edilmiştir. Çekme testi sonuçlarına göre en etkili nano silika takviye oranı ağırlıkça %0,5 olarak saptanmıştır. Bu bağlamda ağırlıkça %0,5 nano silika takviyeli yapıştırıcının çekme dayanımında takviyesiz yapıştırıcıya kıyasla %11,2'lik iyileşme olmuştur. Ayrıca, deneysel sonuçlarla kıyaslamak amacıyla ANSYS programında nümerik analizler gerçekleştirilerek eşdeğer gerilim ve eşdeğer gerininim dağılımları elde edilmiştir. Nümerik analiz sonuçlarının deneysel sonuçları destekler nitelikte olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Epoksi yapıştırıcı, nano silika, nümerik analiz, çekme dayanımı

1. INTRODUCTION

Among thermosetting materials, epoxy resins are undoubtedly the most commonly utilized across a broad spectrum of applications. Their versatility allows them to serve as structural adhesives, coatings, and composites, primarily owing to their exceptional adhesion properties and superior resistance to chemicals and heat [1]. In addition, epoxy adhesives are extensively utilized in various engineering applications, such as bonding aircraft components, providing anticorrosive coatings for pipelines, and serving as underfill materials in electronic assemblies [2]. Nonetheless, their application is restricted by their moderate mechanical strength. To enhance their performance in structural bonding, two common strategies are employed: surface pretreatment of the adherends and the addition of reinforcement materials into the epoxy. Among these, surface pretreatments are particularly complex and frequently including require precise process control [3]. And also, in recent years, the advancement of new structural adhesives has significantly grown, along with their utilization across various industries, ranging from electronics to construction. This is attributed to their ability to enhance quality assurance, withstand fatigue and cyclic loading, ensure uniform stress distribution, and deliver an optimized strength to weight ratio [1]. In this context, enhancing the adhesive itself is necessary to improve bonding performance. Consequently, the idea of modifying the adhesive to improve both cohesive and adhesive bonding properties becomes inevitable. One of the prominent methods involves incorporating macro, micro, and nano-sized reinforcement materials into the adhesive to improve the ultimate properties of adhesive joints [4]. Reinforcements added to adhesives significantly influence their mechanical properties. In this context, parameters such as reinforcement size, content, and interfacial adhesion with the matrix are of critical importance [5]. Since the beginning of the twenty-first century, the production of nano sized material reinforced adhesives has attracted significant interest from researchers. Nanoparticles homogeneously dispersed within the epoxy matrix facilitate the transfer of stresses from the epoxy matrix to the nanoparticles, thereby enhancing

adhesion strength and improving mechanical performance [6]. Silica nanoparticles have porous and relatively large surfaces that can accommodate a large number of hydroxyl groups and unsaturated residual bonds due to their stability, low toxicity and the ability to be functionalized with various polymers. Nano-silica reinforcement, which adds strength, flexibility and long-term strength stability to the structure, is seen as an effective nanoreinforcement group in this respect [5]. In this context, Meng et al. [7] investigated the effects of nano-silica reinforcement on the fracture toughness of epoxy adhesives. According to the results, a 2.1 vol. % nano-silica reinforcement epoxy led to an increase in the fracture toughness of the epoxy from 0.19 kJ/m² to 1.34 kJ/m², with a 605% improvement. As a result of microscopic observations, it was reported that this improvement was attributed to the formation of an expansion zone of approximately 2-3 µm thickness that dissipates the energy. On the other hand, it is obvious that improved adhesive properties will provide improved adhesive bond performance. In this context, Ayatollahi et al. [8] reinforced SNP nanomaterials in different ratios (0.2, 0.5 and 0.8 wt%) into epoxy adhesive and formed single lap adhesive joints. As a result, maximum shear strength was achieved with approximately 31% improvement at 0.8 wt% SNP reinforcement. In another study, Zhou et al. [9] investigated the effect of silica reinforcement on the shear strength of stainless steel adhesive joints. According to the single lap shear test results, shear strengths were increased approximately 20% in 10 wt% and 20 wt% SNP reinforced adhesive joints compared to unreinforced adhesive joints.

In light of all this information, it is obvious from the literature studies that nano-silica reinforcement significantly improves the performance of epoxy adhesives and adhesive joints. However, it has been determined that these studies generally focus on the mechanical performance of adhesive joints and that the individual performances of epoxy adhesives have not been sufficiently examined. In addition, it has been determined that the literature studies remain experimental and have not supported by numerical studies. In this context, nano-silica was reinforced into the epoxy adhesive at different reinforcement ratios (0.25, 0.5, 0.75, 1, 3 wt%) in this study. The effects of nano-silica reinforcement on the tensile curve were examined with the tensile tests performed and the most effective reinforcement ratio was determined. In addition, material models of adhesive materials were defined with ANSYS and behavior of epoxy adhesive under load were simulated in order to compare with the experimental results.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials

In this study, a flexible 2216 B/A gray epoxy adhesive, which is excellent for bonding different adherends, resistant to aging, shock, and vibration, was used. The epoxy adhesive was supplied by Bestek, Ankara Türkiye. Technical data of epoxy adhesive were given in Table 1. Nano-silica was added as reinforcement material into the epoxy resin. Nano-silica has a particle size of 18-35 nm, a purity of 96.3% and a specific surface area of 150-550 m²/g and was supplied by Nanografi Nanotechnology, Ankara/Turkey.

Table 1. *Technical properties of the epoxy adhesive [10]*

General Properties	Base	Accelerator
Color	White	Gray
Base	Modified epoxy	Modified amine
Mix ratio by weight	5 part	7 part
Viscosity	75-150 Pa.s	40-80 Pa.s
Hardness	50-65 Shore D	
Curing conditions	2 hours at 66 °C	

2.2. Preparation of Tensile Test Samples

The epoxy adhesive was prepared following the guidelines provided in its technical datasheet, maintaining a precise epoxy to hardener ratio of 5:7 by weight. Manual mixing of the resin and hardener was carried out at ambient temperature for 2 minutes using a spoon. Subsequently, nano-silica was reinforced into the mixture at different ratios (0.25, 0.5, 0.75, 1, 3 wt%). And then, the reinforced epoxy mixture was manually stirred for an additional 3 minutes to ensure homogeneous dispersion of the reinforcement materials. The prepared mixture was poured into a teflon mold. Afterwards, the initial curing process was performed in an oven at 66 °C for 2 h, as specified in the technical datasheet. Upon completion of the curing stages, the samples were extracted from the molds and prepared for tensile testing. All sample preparation stages were carried out in the laboratory of Kocaeli University Faculty of Aviation and Astronautics. The schematic view of the sample preparation and performing test stages is illustrated in Fig. 1.

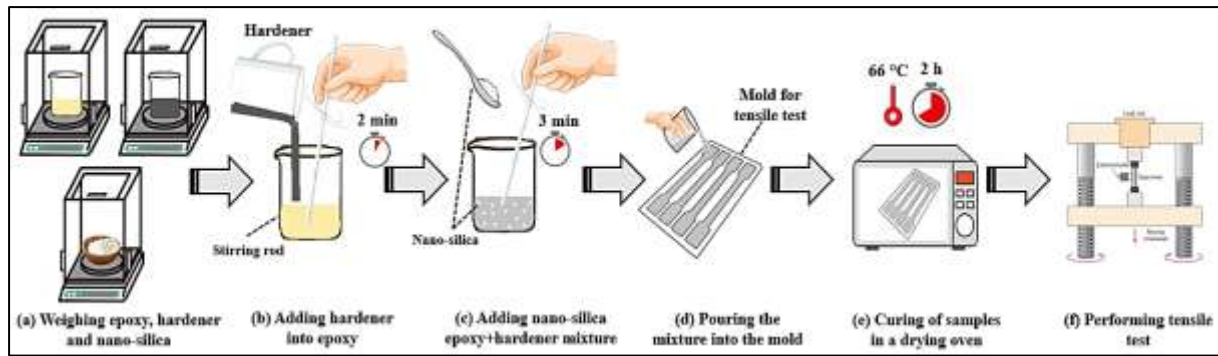


Figure 1. *Sample preparation stages*

2.3. Performing of Tensile Tests

To investigate the effects of nano-silica reinforcement at different ratio on the mechanical performance of epoxy adhesive, tensile tests were conducted according to ASTM D638-10 standard. The tensile tests were carried out 10 mm/min at 23 °C, and six repetitions were performed for each sample. Experimental tests were carried out in the Kocaeli University Mechanical Engineering laboratory. Fig. 2 shows the tensile testing machine and a typical tensile test.



Figure 2. *Tensile testing of samples*

2.4. Finite Element Analysis (FEA)

Finite element modeling studies were conducted to validate the experimental results and to investigate the effect of nano-silica reinforcement on the mechanical behavior of epoxy adhesives. The cohesive zone model was utilized in the modeling of the tensile test specimens. Additionally, Mooney-Rivlin hyperelastic material models for adhesive materials were defined using ANSYS software, allowing for the simulation of their behavior under loading conditions. The 3D model and finite element mesh used for the tensile test are illustrated in Figure 3. The tensile specimen model comprises 10,351 nodes and 1,740 elements in total. During each simulation, one end of the specimen was constrained, while a constant load of 250 N was applied to the opposite end.

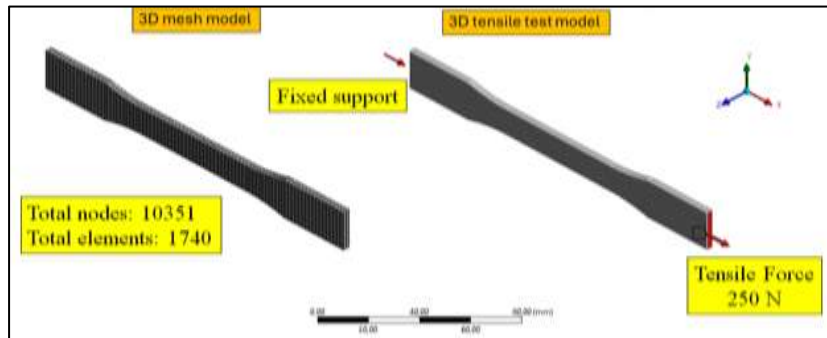


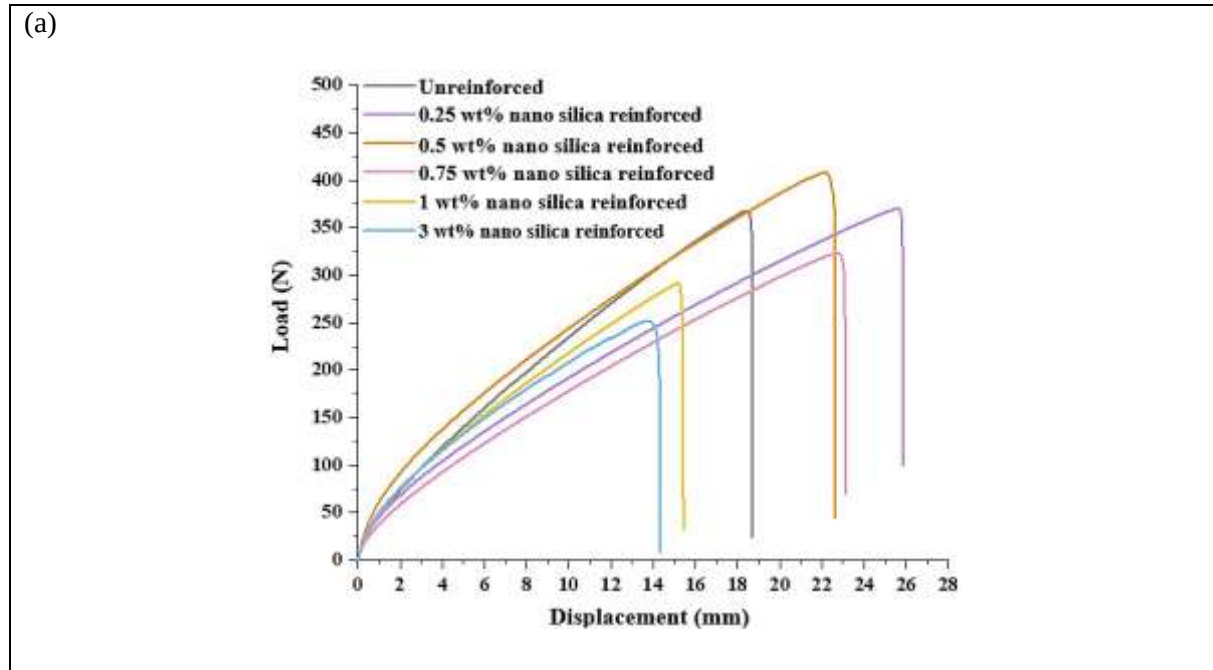
Figure 3. *Model details of finite element analysis studies*

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Tensile Test Results

Tensile tests were conducted on epoxy adhesives reinforced with nano-silica at various weight ratios (0.25, 0.5, 0.75, 1, and 3 wt%). According to the test results, the tensile strength of the unreinforced epoxy adhesive was determined to be 10.2 MPa. The tensile strength of the epoxy adhesive reinforced with 0.25 wt% nano-silica was recorded as 10.27 MPa, which is nearly equal to that of the unreinforced adhesive. Notably, a significant increase in elongation was observed with the addition of nano-silica. The highest tensile strength in the study was achieved with 0.5 wt% nano-silica reinforcement, reaching 11.34 MPa with an improvement of 11.2% compared to the unreinforced sample. In a similar study, Kaybal et al. [11] reinforced nano-silica into epoxy (up to 5 wt%) and investigated the changes in the mechanical properties of the epoxy. The maximum tensile strength was achieved in epoxy samples with 3 wt% nano-silica reinforcement. Beyond 3 wt% nano-silica reinforcement, a decline in mechanical properties was observed due to agglomeration.

In another study, Jumahat et al. [12] reinforced nano-silica into epoxy at varying reinforcement ratios (5-25 wt%) to evaluate the effect of nano-silica reinforcement. The optimum tensile strength was reported at 13 wt% nano-silica reinforcement, with an improvement of 20%. This enhancement was attributed to the strong interaction between the nano-silica and epoxy. Beyond the 0.5 wt% reinforcement, a decline in tensile strength was observed. In fact, the tensile strength values for adhesives containing 0.75, 1, and 3 wt% nano-silica were found to be lower than that of the unreinforced adhesive, measured at 8.96 MPa, 8.10 MPa, and 6.99 MPa, respectively. One of the major challenges in developing nanomaterial-reinforced composites is the tendency of nanomaterials to agglomerate [13]. Figure 4 illustrates the load-displacement curves obtained from the tensile test results (Figure 4-a) and the tensile strength values (Figure 4-b) of the epoxy adhesives.



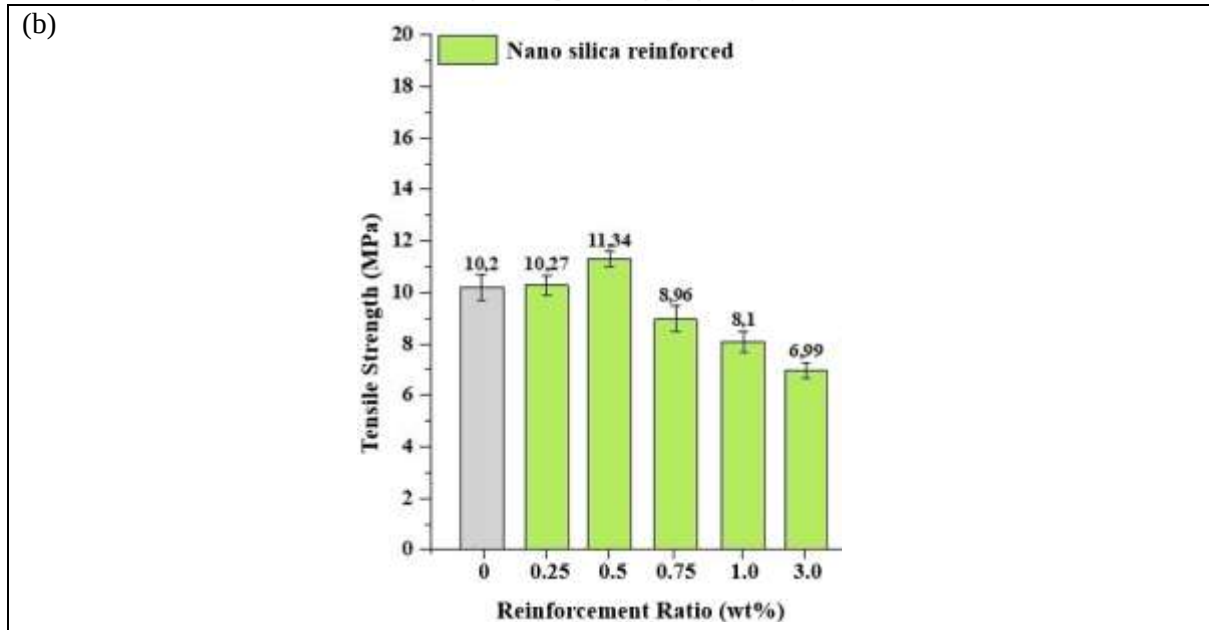


Figure 4. (a) Load-displacement curves and (b) tensile strength values of the epoxy adhesives

3.2. FEA Results

Figure 5 illustrates the equivalent stress and equivalent strain distributions obtained from finite element analyses of epoxy adhesives containing different weight percentages of nano-silica. The results of the equivalent stress analysis are consistent with the experimental test findings. Based on the analysis data, it was determined that the epoxy adhesive could withstand higher stress levels with nano-silica reinforcement up to 0.75 wt%. Beyond this concentration, as seen in Figure 5-a, localized stress concentrations were observed in the neck region of the specimen, indicating a notable reduction in load-bearing capacity. In particular, epoxy adhesives reinforced with 1 wt% and 3 wt% nano-silica exhibited characteristics indicative of brittle fracture behavior.

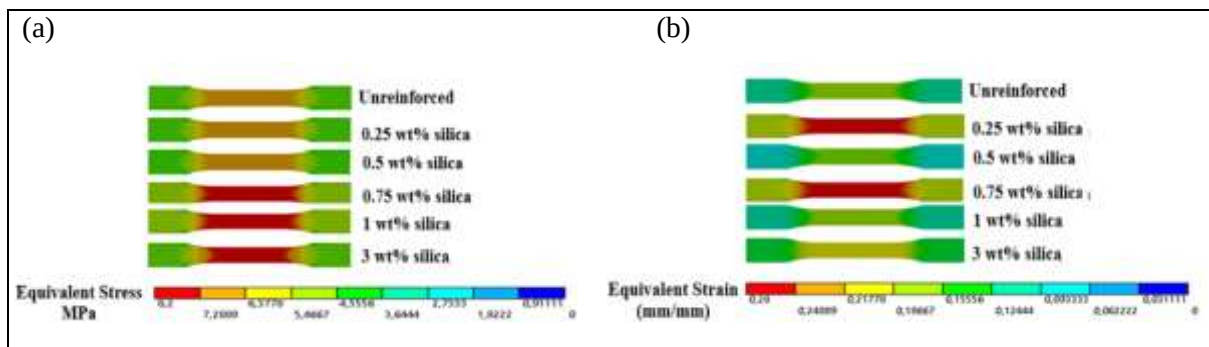


Figure 5. (a) Equivalent stress and (b) equivalent strain data of epoxy adhesives

When examining the effect of nano-silica reinforcement on the equivalent strain behavior of the epoxy adhesive (Figure 5b), the results were found to be consistent with experimental strain data, similar to the equivalent stress findings. Due to the high specific surface area of nano-silica and its interfacial bonding characteristics with the matrix, it influenced the strain concentration within the material. Notably, at higher reinforcement levels (1 wt% and 3 wt%), a partial reduction in strain values was observed. This reduction

is attributed to the restricted mobility of the material, likely caused by particle agglomeration at elevated reinforcement ratios.

CONCLUSIONS

In this study, the mechanical properties of epoxy adhesives reinforced with various reinforcement ratios (0.25 wt%, 0.5 wt%, 0.75 wt%, 1 wt% and 3 wt%) of nanosilica were investigated through both experimental and numerical analyses. The principal findings of the study were outlined as follows:

- Although the addition of 0.25 wt% nano-silica did not result in a significant improvement in tensile strength, a notable increase in ductility was observed. This suggests that interactions between nanosilica and the epoxy matrix -particularly at low concentrations- may enhance the deformability of the adhesive.
- The highest tensile strength was achieved with 0.5 wt% nano-silica reinforcement, demonstrating an improvement of 11.2%.
- A significant reduction in tensile strength was observed in epoxy adhesives containing 0.75 wt%, 1 wt%, and 3 wt% nano-silica. In particular, at 3 wt%, the negative impact of nano-silica agglomeration on mechanical performance was clearly evident.
- These findings indicate that the optimal nano-silica content must be carefully determined to enhance the mechanical properties of epoxy adhesives. While this study highlights the potential of nano-silica to reinforce epoxy systems, it also emphasizes that excessive reinforcement can lead to performance degradation. Therefore, defining the proper limits of reinforcement is critical.
- The results of finite element analysis supported the experimental findings. The simulations showed that as the nanosilica content increased, pronounced stress concentrations developed in the central region of the specimen. This phenomenon was attributed to the particulate structure of nano-silica leading to localized stress accumulation. Notably, in the 1 wt% and 3 wt% reinforced samples, nanosilica was observed to reduce ductility and promote brittle fracture behavior.
- The equivalent strain results were also largely consistent with the experimental data. At lower reinforcement levels, the material exhibited higher deformation capability, whereas strain values decreased at higher reinforcement levels. This suggests that adhesives with lower nano-silica content are more prone to plastic deformation. Additionally, at higher concentrations, the restriction of material mobility due to particle agglomeration is likely.
- For future studies, it is recommended to explore new techniques to achieve a more homogeneous distribution of nano-silica within the epoxy matrix.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Kocaeli University Scientific Research Projects Coordination Unit [Project No: FOA-2023-3281]. And also we would like to thank Tekno Kauçuk and Kocaeli University Department of Mechanical Engineering for their supports.

REFERENCES

- [1] Gonçalves, F.A.M.M., Santos, M., Cernadas, S., Alves, P., Ferreira, P. (2022), Influence of fillers on epoxy resins properties: a review, *Journal of Materials Science*, 57, 15183-15212.
- [2] Pethrick, R.A. (2014), Design and ageing of adhesives for structural adhesive bonding - a review, *J. Mater. Des. Appl.*, 229, 349-379.
- [3] Zhou, H., Liu, H.Y., Zhou, H., Zhang, Y., Gao, X., Mai, Y.W. (2016), On adhesive properties of nano-silica/epoxy bonded single-lap joints, *Materials & Design*, 95, 5, 212-218.
- [4] Ahmadi, Z. (2019), Nanostructured epoxy adhesives: A review, *Progress in Organic Coatings*, 135, 449-453.
- [5] Giv, A.N., Ayatollahi, M.R., Ghaffari, S.H., da Silva, L.F.M. (2018), Effect of reinforcements at different scales on mechanical properties of epoxy adhesives and adhesive joints: a review, *The Journal of Adhesion*, 94(13), 1082-1121.
- [6] Rose, S., PrevotEAU, A., Elzière, P., Marcellan, A. & Leibler, L. (2014), Nanoparticle solutions as adhesives for gels and biological tissues, *Nature*, 505, 382-385.
- [7] Meng, Q., Wang, C.H., Saber, N., Kuan, H.C., Dai, J., Friedrich, K., Ma, J. (2014), Nanosilica-toughened polymer adhesives, *Materials & Design*, 61, 75-86.
- [8] Ayatollahi, M.R., Giv, A.N., Razavi, S.M.J., Khoramishad, H. (2017). Mechanical properties of adhesively single lap-bonded joints reinforced with multi-walled carbon nanotubes and silica nanoparticles, *The Journal of Adhesion*, 93(11), 896- 913.
- [9] Zhou, H., Liu, H.Y., Zhou, H., Zhang, Y., Gao, X., Mai, Y.W. (2016). On adhesive properties of nano-silica/epoxy bonded single-lap joints, *Materials and Design*, 95, 212-218.
- [10] 3M Scotch-Weld™ Epoxy Adhesive 2216 B/A, Technical Data. (2018), <https://multimedia.3m.com/mws/media/153955O/3m-tm-scotch-weld-tm-epoxy-adhesive-2216-b-a.pdf>
- [11] Kaybal, H.B., Ulus, H., Demir, O., Tatar, A.C., Avcı, A. (2017). Investigations on the Mechanical Properties of the Nano SiO₂ Epoxy Nanocomposite, *Applied Engineering Letters*, 2(4), 121-124.
- [12] Jumahat, A., Soutis, C., Abdullah, S.A., Kasolang, S. (2012). Tensile properties of nanosilica epoxy nanocomposites, *Procedia Engineering*, 41, 1634-1640.
- [13] Jojibabu, P., Zhang, Y.X., Prusty, B.G. (2020). A review of research advances in epoxy-based nanocomposites as adhesive materials, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 102454.

Antalya Carrefour ve Türkiye Kavşaklarının Akıllı Trafik Sistemleri ile Optimizasyonu: Arter Kavşaklar Olarak LOS Seviyelerinin Karşılaştırılması

Özgenur YILDIZ¹, Murat ÖNDER²

¹yildizozgenur@gmail.com; Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trafik Planlaması ve Uygulaması Ana Bilim Dalı, Ankara/ Türkiye.

²muratonder@gazi.edu.tr; Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trafik Planlaması ve Uygulaması Ana Bilim Dalı, Ankara/ Türkiye.

Özet

Bu çalışma, Antalya'da Carrefour ve Türkiye arter kavşaklarında Gerçek Zamanlı Tam Adaptif Kavşak Yönetim sistemlerinin Sabit Zamanlı Sinyal sistemleriyle karşılaştırmalı analizini sunmaktadır. Çalışmada, Seviye-of-Service (LOS) değerleri, ortalama gecikme süresi, durma sayısı ve hız gibi trafik performans göstergeleri AIMSUN Next 24.0.1 simülasyon yazılımı aracılığıyla değerlendirilmiştir. GEH doğruluk testi ile simülasyon sonuçlarının güvenilirliği artırılmıştır. Elde edilen veriler, adaptif sistemlerin yalnızca LOS düzeylerini değil, aynı zamanda yakıt tüketimi, karbon salımı ve zaman tasarrufu gibi çevresel ve ekonomik çıktıları da olumlu etkilediğini göstermektedir. Antalya gibi yüksek yoğunluklu turistik kentlerde bu tür sistemlerin öncelikli olarak uygulanması gerektiği önerilmektedir. Bu çalışma, yalnızca kavşak düzeyinde performans değerlendirmesi sunmakla kalmayıp, veriye dayalı ve çevresel etkileri ölçülebilir bir karar destek modeli geliştirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aimsun, Akıllı Trafik Sistemleri, GEH Testi, Los, Yakıt Tüketimi ve Emisyonlar

Abstract

This study presents a comparative analysis of Real-Time Fully Adaptive Intersection Management systems with Fixed-Time Signal systems at the Carrefour and Türkiye arterial intersections in Antalya. In the study, traffic performance indicators such as Level-of-Service (LOS) values, average delay time, number of stops, and speed were evaluated using the AIMSUN Next 24.0.1 simulation software. The reliability of the simulation results was enhanced through a GEH accuracy test. The data obtained indicate that adaptive systems not only improve LOS levels but also positively impact environmental and economic outcomes such as fuel consumption, carbon emissions, and time savings. It is recommended that such systems be prioritised for implementation in high-density tourist cities like Antalya. This study not only provides performance evaluation at the intersection level but also develops a data-driven decision support model with measurable environmental impacts.

Keywords: Aimsun, Intelligent Traffic Systems, GEH Test, Los, Fuel Consumption and Emissions

GİRİŞ

Günümüzde kent içi ulaşım sistemlerinde artan araç yoğunluğu, başta gecikmeler, dur-kalk davranışları ve kuyruklanmalar olmak üzere ciddi operasyonel ve çevresel sorunlara yol açmaktadır. Özellikle sinyalizasyon kavşaklarında yaşanan bu olumsuzluklar, sadece bireysel seyahat konforunu değil, aynı zamanda genel şehir yaşam kalitesini de düşürmekte; yakıt tüketimi ve emisyon salımlarının artmasına neden olmaktadır.

Sabit zamanlı sinyal planları, trafik hacmindeki saatlik ve mevsimsel değişimlere yeterince uyum sağlayamamaktadır. Bu durum, geleneksel trafik yönetim yöntemlerinin yetersizliğini göstermekte ve veri odaklı, esnek, gerçek zamanlı çözümleri zorunlu kılmaktadır. Son yıllarda geliştirilen gerçek zamanlı tam adaptif sinyal sistemleri, sensörler sayesinde trafiği anlık izleyip yeşil süreleri dinamik biçimde ayarlayarak kavşak performansını artırmayı hedeflemektedir. Literatürde bu sistemlerin yüksek yoğunluklu kentsel arterlerde operasyonel ve çevresel açıdan önemli faydalar sağladığı vurgulanmaktadır. Örneğin, Shams et al. (2023) ve Wang et al. (2018), adaptif sistemlerin trafik yoğunluğunu azalttığını ve LOS seviyelerini iyileştirdiğini belirtmiştir. Briki et al. (2024), özellikle D ve E seviyelerinde sabit sistemlere göre daha iyi performans elde edildiğini ortaya koymuştur. Türkiye’de yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Uzer ve Öztaş (2023), Antalya ve Bursa’da uygulanan yapay zekâ tabanlı sistemlerin gecikmeleri ve seyahat süresini azalttığını göstermiştir.

Adaptif sistemlerin gelişmiş versiyonları da incelenmiştir. Dasgupta et al. (2023), dijital ikiz tabanlı modellerin LOS ve gecikme performansını %20’den fazla artırdığını ifade etmiştir. Çapraz (2024), küçük elektrikli araçların yaygınlaşmasının kavşak performansını olumlu etkilediğini vurgulamıştır. Ünver, Gökalep ve Koç (2024), yönlendirme algoritmalarının yoğun saatlerde LOS değerlerini artırdığını göstermiştir. Paul, Ghosh ve Saha (2022), güvenlik temelli bir LOS modeli önererek araç çarpışmalarının etkilerini incelemiştir. Kılıç (2024), çevresel sürdürülebilirlik ve konfor gibi kriterleri de LOS analizlerine dahil etmiştir. Azimjonov (2021), YOLOv3 tabanlı görüntü işleme sistemi ile araç türüne ve yönüne göre LOS doğruluğunu artırmıştır. Uluçay ve Tanyaş (2023), AnyLogic ile yapılan çalışmalarda akıllı sinyal sistemlerinin LOS üzerinde olumlu etkiler yarattığını bulmuştur. Didi (2024) ise trafik sayım noktalarının doğru seçiminin LOS analiz doğruluğuna etkisini incelemiştir.

Bu literatür ışığında, Antalya’daki Carrefour ve Türkay kavşaklarında sabit zamanlı ve gerçek zaman tam adaptif sistemler karşılaştırılmıştır. Bu kavşaklar, D-400 karayoluna bağlı olmaları nedeniyle özellikle sabah ve akşam yoğun trafik akışına sahiptir. Çalışmada AIMSUN Next 24.0.1 simülasyon yazılımı ve HCM (Highway Capacity Manual) yöntemi kullanılmıştır. Performans göstergeleri olarak ortalama gecikme, durma sayısı, hız, yakıt tüketimi, CO₂ emisyonu ve LOS seviyeleri dikkate alınmıştır. Simülasyon doğruluğu için GEH testi uygulanmıştır. Bu testin geçerliliği Oketch ve Carrick (2005) ile Russo (2008) tarafından desteklenmiş, Shankar et al. (2013) tarafından da kavşak modellemeleri için uygun bir doğrulama aracı olarak sunulmuştur. Çevresel analizlerde Panis et al. (2006) ve Smit et al. (2010) tarafından geliştirilen emisyon modelleri kullanılmıştır. Bu sayede adaptif sistemlerin çevresel etkileri nesnel şekilde değerlendirilmiştir. Sonuçlar, LOS analizlerinin yalnızca operasyonel değil, çevresel boyutları da içermesi gerektiğini göstermektedir. Kılıç (2024), çok kriterli karar verme yöntemleriyle bu süreci birleştirmiştir. Özkul (2023), AIMSUN’da yapılan HCM temelli analizlerle arterlerde stratejik karar destek çıktıları üretmiştir. Avcı (2024), yapay zekâ destekli yönlendirme sistemlerinin kişiselleştirilmiş trafik yönetimine katkılarını irdelemiştir. Küçükmanisa ve Karaca (2023) ise LOS’un akıllı şehirler ve IoT ile olan

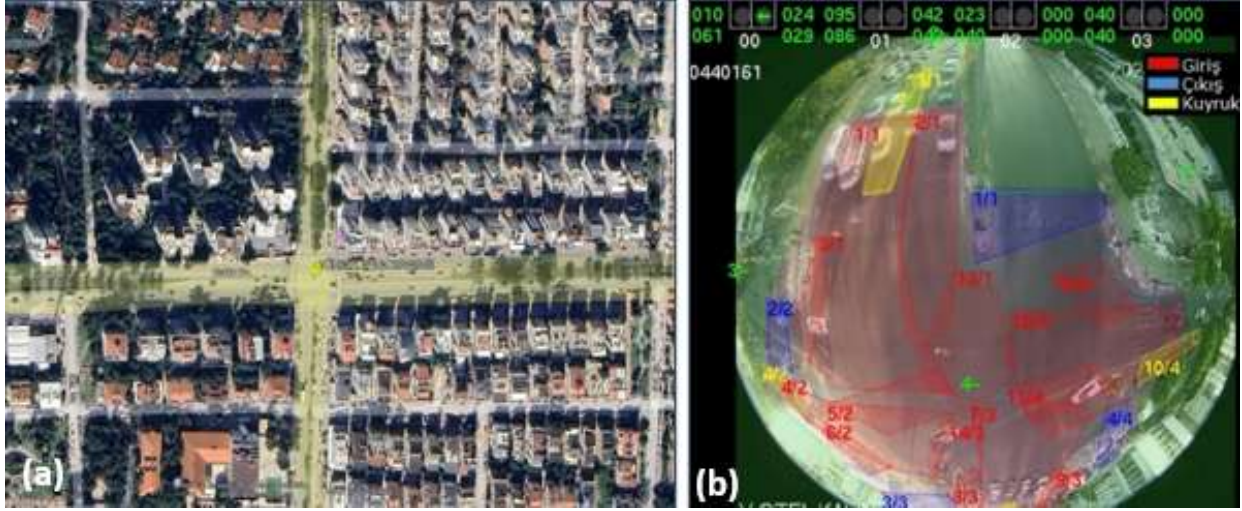
etkileşimini değerlendirmiştir. Bu çalışma, Antalya gibi turizm ve ticaret açısından yoğun şehirlerde stratejik arter kavşaklarda veri odaklı, çevresel etkileri ölçülebilir ve kalibre edilmiş sistemlerin önemini göstermektedir. Yerel yönetimlerin sürdürülebilir ulaşım politikaları geliştirmesine katkı sunmakta ve adaptif sistemlerin yaygınlaştırılmasına yönelik bilimsel temelli öneriler içermektedir. LOS'un operasyonel, çevresel ve model doğruluğu gibi yönlerle birlikte çok kriterli değerlendirilmesi, gelecekteki kentsel ulaşım yönetimine yol göstermektedir.

YÖNTEM

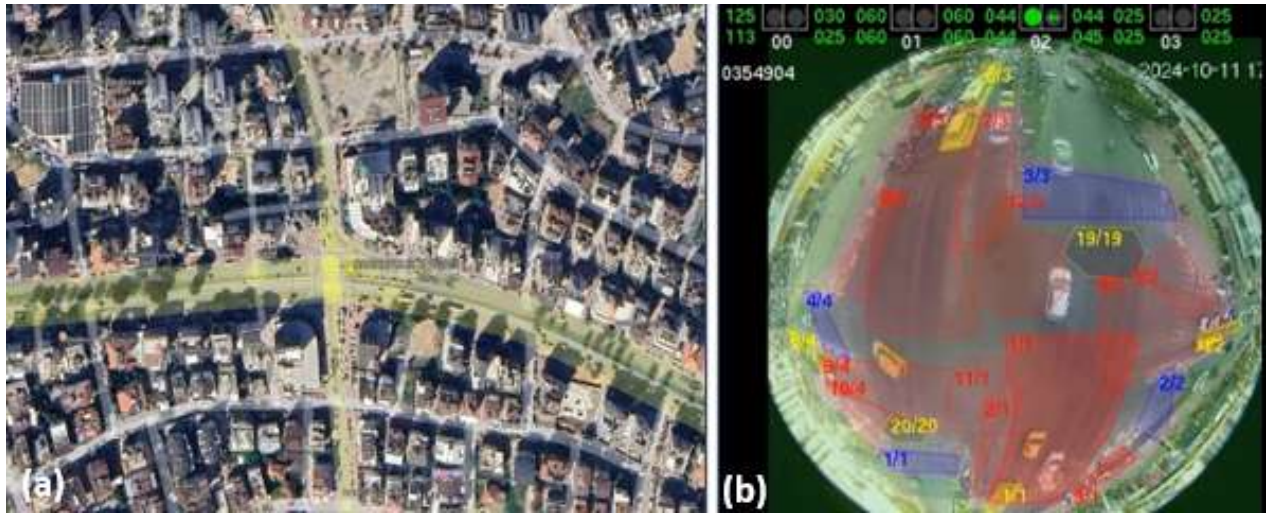
Bu çalışmada, Antalya kent merkezindeki Carrefour ve Türkay kavşaklarında uygulanan sabit zamanlı sinyalizasyon sistemleri gerçek zamanlı tam adaptif kavşak yönetim sistemleriyle karşılaştırılmalı performans analizi yapılmıştır. Analiz süreci dört temel aşamada yürütülmüştür: veri hazırlama, senaryo tanımlama, mikro simülasyon modellemesi ve sonuçların değerlendirilmesi.

Ek olarak bu çalışmada, sayısal karşılaştırma yapılabilmesi adına Aimsun Trafik Modelleme ve Simülasyon Programı kullanılmıştır. Geometrik model için iki adet kavşak noktasına ait Autocad çizimi altlık olarak kullanılmıştır. Aimsun simülasyon programı kullanılarak anlık sinyalizasyon verileri ve anlık trafik verileri eşleştirilmiş; modellenen kavşak çizimi üzerinde bu veriler kullanılarak çalışmanın sonuçları elde edilmiştir. Mikro-simülasyon programları ile üretilen modellerin ise kalibre edilmesi gerekmektedir. Kalibrasyon için GEH formülü (Alomari et al., 2016; Karakikes et al., 2016) gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise üretilen modellerin kalibrasyonunu ölçmek için araç hacimleri üzerinde doğrulama testi olarak kullanılan GEH (Geoffrey E. Havers) formülünden faydalanılmıştır (Jeihani et al., 2013; Oketch & Carrick, 2005). Kalibrasyonda kavşağa giren araç hacimleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre GEH kriterleri sağlanmaktadır ve kurulan Aimsun modelinden elde edilen sonuçların kullanılabileceği görülmüştür.

Gerçek Zamanlı Tam Adaptif Sinyalizasyon Sisteminin uygulandığı Türkay Kavşağı, Atatürk Bulvarı ile Gazi Mustafa Kemal Bulvarı'nın kesişiminde yer almakta olup, Şekil 1'de kavşağa ait Google Earth ve sistem kamerası görüntüsü sunulmaktadır. Benzer şekilde, Şekil 2'de Atatürk Bulvarı, Öğretmenler Caddesi ve 6. Cadde'nin kesişim noktasında bulunan Carrefour Kavşağı'nın görüntüleri yer almaktadır. Görsellerde kırmızı alanlar araçların kavşağa giriş yaptığı noktaları, mavi alanlar ise çıkış bölgelerini temsil etmektedir. Sistem, araçlar kırmızı alana girdiğinde otomatik olarak devreye girmekte, mavi alanı terk ettiklerinde ise sayım işlemi gerçekleştirilmektedir.



Şekil 12: *Türkey Kavşağı Google Earth Görüntüsü (a) ve Gerçek Zamanlı Tam Adaptif Sistem Kamera Görüntüsü(b)*



Şekil 13: *Carrefour Kavşağı Google Earth Görüntüsü (a) ve Gerçek Zamanlı Tam Adaptif Sistem Kamera Görüntüsü (b)*

Bu çalışmada, tam adaptif sinyalizasyon sisteminin kullanıldığı iki kavşağı geometrik olarak modellenmiştir. Aimsun simülasyon modelinin geliştirilmesi sırasında, çok sayıda parametrenin dahil edilmesi ve kapsamlı bir modelleme süreci uygulanmıştır. Trafik yoğunluğunu etkileyen faktörler arasında yol genişlikleri, dönüş şeritleri, şerit ve yol kapasiteleri, hız limitleri ve sinyalizasyon yerleşimi yer almaktadır. Sürücü agresifliği, tepki süresi, şerit değiştirme eğilimleri ve diğer parametreler, araçların sürüş davranışlarını göstermek için gözlemsel veriler ve hata analizleri kullanılarak kalibre edilmiştir. Bu süreçte kavşaktaki trafik akım yönleri ve yoğunluklar sahada gözlemlenmiş, belirli zaman dilimlerinde yapılan manuel sayımlarla veri seti zenginleştirilmiş ve bu veriler Aimsun ortamına aktarılmıştır. Modelin doğruluğu, gözlemsel yoğunluklarla simülasyon sonuçlarının uyum gösterdiği noktaya kadar yapılan düzenlemelerle sağlanmıştır.

Bu bağlamda Aimsun simülasyonlarında kullanılan altı temel parametre: gerçek zamanlı tam adaptif sinyal verilerinin kullanılması, dört farklı araç sınıfının tanımlanması, yaya fazının simülasyona dahil edilmemesi, kavşağa bağlanan yolların eğiminin sıfır kabul edilmesi ve gözlemlenen park durumlarının modele entegre edilmesidir.

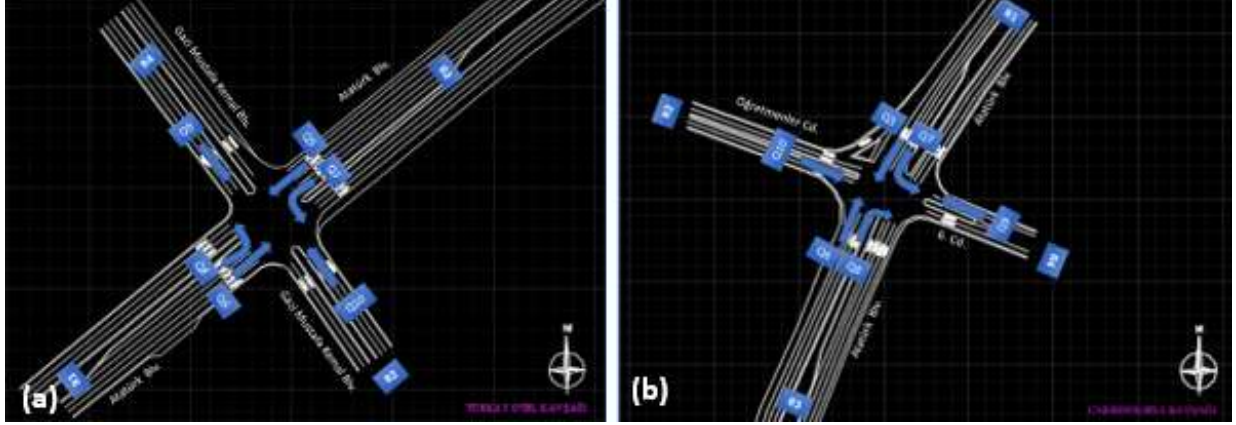
Karşılaştırmalı analizde kullanılan sabit süreli sinyalizasyon planında, Gerçek Zamanlı Tam Adaptif sistem devreye alınmadan önce uygulanan mevcut sinyal süreleri esas alınmıştır. İlgili kavşaklara ait sabit sinyal süreleri Tablo '1 de detaylı olarak sunulmuştur. Söz konusu kavşaklar 4 fazla çalışmakta olup geçiş süreleri; sarı ışık süresi 2 sn, kırmızı ışık koruma süresi 3 sn ve kırmızı ışık süresi 2 sn olmak üzere toplam 7 sn'lik koruma süresi olarak üç bileşenden oluşmaktadır. Tablo 2'de, Türkay Kavşağı'na ait 17.07.2024 tarihli ve Carrefour Kavşağı'na ait 07.07.2024 tarihli Gerçek Zamanlı Tam Adaptif Sinyalizasyon Sistemi verilerine dayanarak, her iki kavşakta 16:59–17:59 saat aralığında uygulanan minimum ve maksimum sinyal süreleri gösterilmiştir.

Tablo 4: *Kavşakların Sabit Sinyalizasyon Süreleri*

Fazlar	Türkay Kavşağı	Carrefour Kavşağı
Q5	35 sn	55 sn
Q6	35 sn	50 sn
Q7	35 sn	30 sn
Q8	35 sn	25 sn
Q9	21 sn	20 sn
Q10	20 sn	25 sn

Tablo 5: *Kavşaklara Ait Minimum ve Maksimum Değerleri*

Fazlar	Türkay Kavşağı		Carrefour Kavşağı	
	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum
Q5	15 sn	70 sn	35 sn	115 sn
Q6	15 sn	70 sn	35 sn	115 sn
Q7	10 sn	40 sn	10 sn	45 sn
Q8	10 sn	40 sn	10sn	30 sn
Q9	10 sn	40 sn	10 sn	25 sn
Q10	15 sn	40sn	15 sn	60 sn



Şekil 14: Kavşaklara Ait Geometrik Modelin AutoCAD Çizimi ve Faz Şeması ((a):Türkey Kavşağı, (b): Carrefour Kavşağı)

Aimsun simülasyonunda kullanılan trafik verileri, gerçek zamanlı tam adaptif sinyalizasyon sisteminden alınan bir saatlik kümülatif araç sayım verilerine dayandırılmış ve bu araçlar simülasyona yine bir saatlik zaman aralıklarına eşit şekilde dağıtılarak beslenmiştir.

Gerçek Zamanlı Tam Adaptif sinyalizasyon sisteminin veri tabanında mevcut olan trafik verisi, bu bir saatlik zaman aralıklarında araçların kavşakta kullandığı rotaya göre (kavşağa giriş yönü-kavşaktan çıkış yönüne göre) gruplamakta, gruplama işleminin yanı sıra bu araçları motosiklet/bisiklet, otomobil, hafif ticari araç/kamyonet ve kamyon/otobüs olarak dört farklı sınıfa ayırmaktadır. Bu kayıtlar içerisinde kavşak bazında 1'er saatlik kısmi simülasyon için seçilmiş ve kullanılmıştır.

Türkey Kavşağı'na ait 17.07.2024 ve Carrefour Kavşağı'na ait 07.07.2024 tarihli gerçek zamanlı adaptif sinyalizasyon verilerine göre, her iki kavşakta da en yoğun trafik 16:59–17:59 saatleri arasında gerçekleşmiştir. Bu nedenle analizlerde bu zaman dilimine ait veriler esas alınmıştır. Belirtilen saatte Türkey Kavşağı'ndan 3.861, Carrefour Kavşağı'ndan ise 5.050 araç geçmiştir. Aimsun Next 24.0.1 yazılımında her iki kavşak arter yapı olarak modellenmiş ve dört araç sınıfı için yönsel matrisler lokal verilere dayanarak oluşturulmuştur. Bu saat aralığında; Motosiklet/Bisiklet %19, Otomobil %63, Hafif Ticari Araç/Kamyonet %10, Kamyon/Otobüs ise %8 oranında trafik payına sahiptir.

BULGULAR

Resim 4’te Türkay Kavşağı ve Carrefour Kavşağı’nın geometrik yapısına ilişkin örnek Aimsun mikrosimülasyon çalışması gösterilmiştir.



Şekil 15: Türkay Kavşağı ve Carrefour Kavşağı-Örnek Aimsun Mikrosimülasyon Çalışması Görüntüsü

Türkay ve Carrefour kavşaklarında işletilen sabit ve gerçek zamanlı tam adaptif sinyalizasyon sisteminin trafiğe etkisini gözlemleyebilmek için yapılan simülasyonlarda gecikme süreleri, ortalama hızlar, toplam durma sayıları ve durma süreleri üzerine yapılan analizler doğrultusundaki iyileşme oranları sırasıyla Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 6: Türkay ve Carrefour Kavşaklarının Oluşturduğu Arter Yapıdaki Kavşaklara Ait İyileşme Oranları

Kraşılattırılan Parametreler	İyileşme Oranları
Gecikmeler (sn/km)	%21 ↓
Ortalama Hız (km/saat)	%22 ↑
Toplam Durma Süresi	%19 ↓

Elde edilen veriler doğrultusunda; sabit ve gerçek zamanlı tam adaptif sinyalizasyon sistemi karşılaştırılması sonucunda gecikmelerde (bekleme) %21, toplam durma sayısında %19 azalış; ortalama hızda %22 artış gözlemlenmiştir. Nitekim Türkay ve Carrefour Kavşaklar’ındaki gerçek zamanlı tam adaptif sinyalizasyon sisteminin trafiği olumlu yönde etkilediği söylenebilmektedir.

Simülasyonlarda kavşağın hizmet düzeyini belirlemek için Highway Capacity Manual (HCM) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, kavşak kollarının kapasitesi ve hizmet düzeyine dayalı hesaplamalarla çalışır. Kapasite, talep/kapasite oranı (v/c) ile; hizmet düzeyi ise araç başına ortalama duruş gecikmesi (sn/araç) ile ifade edilir. Yapılan analizlerde gecikme süresi, ortalama hız, toplam durma sayısı ve süresi gibi

parametreler değerlendirilmiş; gecikmeye bağlı olarak kavşak hizmet düzeyi belirlenmiştir. Tablo 4’te gösterildiği üzere, hizmet düzeyleri A’dan (en iyi) F’ye (en kötü) kadar sınıflandırılmaktadır.

Tablo 7: Hizmet Düzeyi-Kuyruk Gecikmesi

Hizmet Düzeyi	Kuyruk Gecikmesi
A	≤ 10
B	>10 ve ≤ 20
C	>20 ve ≤ 35
E	>35 ve ≤ 55
F	>55 ve ≤ 80

Kaynak: Aimsun Documentation.

Gerçek zamanlı tam adaptif eşdüzey kavşaklar ile önceki sabit süreli sinyalizasyon sistemlerine ait tasarımlar, Aimsun mikroskobik simülasyon yazılımı ile analiz edilmiştir. Trafik akışı, HCM yaklaşımına göre kapasite ve talep esas alınarak hizmet düzeyi (LOS) üzerinden değerlendirilmiştir. Tablo 5 ve 6’da, Carrefour ve Türkay Kavşakları için kollar bazında v/c oranları, kuyruk gecikmeleri ve bu değerlere göre belirlenen hizmet düzeyleri ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 8: Carrefour Kavşağı Sabit Zamanlı Sinyalizasyon Sistemi Simülasyon Sonuçları
 Sabit Zamanlı Sinyalizasyon Sistemi

	Araç Sayısı (taşıt)	Kuyruk Gecikmesi (sn/taşıt)	V/C Oranı	Kollardaki HCM LOS	Kavşak HCM LOS	Kavşak Toplam Gecikme Süresi (Sn/Km)
R1- Ana Yol (taşıt) (Q5-Q7)	781	33,65	0,17	4 (D)		
R3- Ana Yol (taşıt) (Q6-Q8)	1237	49,65	0,34	4 (D)		
R2- Tali Yol (Q9)	484	65,13	0,23	6 (F)	4 (D)	299,47
R4-Tali Yol (Q10)	382	88,76	0,17	4 (D)		

Tablo 9: Carrefour Kavşağı Gerçek Zamanlı Tam Adaptif Sinyalizasyon Sistemi Simülasyon Sonuçları

Gerçek Zamanlı Tam Adaptif Sistemi						
	Araç Sayısı (Taşıt)	Kuyruk Gecikmesi (Sn/Taşıt)	V/C Oranı	Kollardaki Hcm Los	Kavşak Hcm Los	Kavşak Toplam Gecikme Süresi (Sn/Km)
R1- Ana Yol (taşıt) (Q5-Q7)	689	28,14	0,12	4 (D)		
R3- Ana Yol (taşıt) (Q6-Q8)	999	35,45	0,13	3 (C)		
R2- Tali Yol (Q9)	499	85	0,26	6 (F)	4 (D)	267,05
R4-Tali Yol (Q10)	335	93,25	0,13	3 (C)		

Aimsun Next 24.0.1 simülasyon yazılımı ile zirve saatlerdeki araç hareketleri dikkate alınarak hız değişimlerinden kaynaklanan anlık emisyonlar modellenmiştir. Emisyonlar, araç hızı ile ivme çarpımına dayalı olarak Panis Modeli ile hesaplanmış; dizel ve benzinli motor verileri araç türüne göre kullanılmıştır. Zirve saatteki yakıt tasarrufu, trafik hacmi oranlarıyla günlük, haftalık ve yıllık düzeyde tahmin edilmiş; çevresel ve ekonomik etkiler uzun vadeli olarak değerlendirilmiştir. Yakıt ve maliyet tasarrufu ile PM10 ve CO₂ azaltım verileri Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 10: Arteriyel Yapıya Sahip Türkay ve Carrefour Kavşakları İçin Hesaplanan Tasarruf Miktarları

	Yakıt Miktarı Tasarrufu (Lt)	Yakıt Maliyeti Tasarrufu (Tl)	Pm10 Azaltımı (Gr)	Co2 Azaltımı (Kg)
Günlük	238	11.498	642	591
Haftalık	1.665	80.486	4.495	4.140
Yıllık	86.561	4.185.247	233.716	215.278

SONUÇ VE TARTIŞMA

Aimsun trafik modelleme ve simülasyon yazılımı kullanılarak, arteriyel yol üzerindeki Türkay ve Carrefour kavşaklarında sabit zamanlı ve gerçek zamanlı tam adaptif sinyalizasyon sistemlerinin performansları karşılaştırılmıştır. Her iki kavşak, stratejik konumları nedeniyle analiz sürecine kavşak geometrileri, sistem prensipleri ve tasarım kriterleriyle birlikte dâhil edilmiştir.

Simülasyon sonuçlarına göre, en yoğun saat olan 16:59–17:59 aralığında adaptif sistem, sabit sistemle karşılaştırıldığında araç gecikmelerini %21, toplam durma sayısını %19 oranında azaltmış; ortalama hızı ise %22 artırmıştır. Bu bulgular, adaptif sistemin trafik akışını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Türkay ve Carrefour kavşaklarında adaptif sistem, hem ana hem tali yollarda kuyruk gecikmelerini azaltmış ve hizmet düzeylerini iyileştirmiştir. Sabit sistemde 334,12 sn/km olan toplam gecikme süresi, adaptif sistemde 267,05 sn/km'ye düşmüştür. Ayrıca V/C oranlarında düşüş sağlanmış, tali yollarda LOS seviyeleri F ve D'den C ve E'ye yükselmiştir.

Bu veriler, adaptif sistemin arteriyel yapılarda kavşak performansını artırarak daha verimli ve dengeli bir trafik akışı sağladığını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, yoğun kentsel arterlerde adaptif sistemlerin tercih edilmesi, sistemlerin izlenmesi ve güncellenmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Aimsun. (2021). AIMSUN Next 24.0.1 User Manual. Transport Simulation Systems.

Alomari, E., Rakha, H., & El-Shawarby, I. (2016). Empirical calibration of VISSIM for combined freeway and arterial networks using macroscopic field data. *Journal of Modern Transportation*, 24(3), 201–209. <https://doi.org/10.1007/s40534-016-0109-4>

Azimjonov, B. (2021). Real-time LOS prediction using YOLOv3-based vehicle detection system. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 25(4), 302–314.

Avcı, E. (2024). Yapay zekâ destekli yönlendirme sistemlerinin LOS üzerindeki etkisi. *Akıllı Ulaşım Sistemleri Dergisi*, 8(1), 67–81.

Briki, M., Ben Belgacem, C., & Mnaouer, A. B. (2024). Adaptive signal control in arterial networks: A comparative performance analysis. *Transportation Research Procedia*, 72, 112–123.

Çapraz, H. (2024). SEV araç oranlarının LOS üzerindeki etkisi: Simülasyon temelli bir analiz. *Ulaşım Teknolojileri Dergisi*, 5(2), 145–159.

Dasgupta, D., Roy, D., & Mukherjee, R. (2023). Digital twin-enabled adaptive signal systems for urban corridors. *Procedia Computer Science*, 225, 1012–1020.

Diri, B. (2024). Trafik sayım lokasyonlarının optimizasyonu ve LOS etkisi. *Şehircilik ve Ulaşım Dergisi*, 9(1), 45–58.

Jeihani, M., Camparo, A., & Fadhloun, K. (2013). Calibration of a microscopic simulation model: A case study of a congested freeway segment. *Journal of Transportation Technologies*, 3(2), 113–121. <https://doi.org/10.4236/jtts.2013.32012>

Karakikes, I., Basbas, S., & Politis, I. (2016). Microsimulation calibration using the GEH statistic: A case study of a signalized intersection in Thessaloniki. *Procedia Engineering*, 161, 1059–1065. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.835>

Kılıç, Y. (2024). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile kavşak performans değerlendirilmesi. *Ulaşım ve Planlama Araştırmaları*, 6(1), 29–48.

- Küçükmanisa, M., & Karaca, A. (2023). Akıllı şehir uygulamalarında LOS kavramının yeri: IoT ve dijitalleşme perspektifi. *Akıllı Şehirler ve Teknolojiler Dergisi*, 4(2), 78–93.
- Oketch, T., & Carrick, M. (2005). Calibration and validation of a micro-simulation model in network analysis. In *Proceedings of the 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board*. Washington, D.C.
- Panis, L. I., Broekx, S., & Liu, R. (2006). Modeling instantaneous traffic emission and the influence of traffic speed limits. *Science of the Total Environment*, 371(1–3), 270–285.
- Paul, A., Ghosh, S., & Saha, D. (2022). LOS modeling under heterogeneous traffic using conflict-based safety metrics. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 11(1), 11–23.
- Russo, C. (2008). The calibration and verification of simulation models for toll plazas [Master's thesis]. University of Naples.
- Shams, R., Nikraz, M., & Ahmed, A. (2023). Comparative analysis of fixed-time and adaptive traffic signal control. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 10(3), 345–356.
- Shankar, K. R., Priya, H., Prasad, C. S. R. K., & Reddy, T. S. (2013). Evaluation of area traffic management measures using microscopic simulation model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 104, 815–824.
- Smit, R., Smokers, R., & Rabe, E. (2010). A new modeling approach for road traffic emissions: VERSIT+. *Transportation Research Part D*, 15(8), 414–422.
- Uluçay, A., & Tanyaş, M. (2023). AnyLogic yazılımı ile akıllı kavşak performans analizi. *Trafik ve Ulaşım Teknolojileri Dergisi*, 7(2), 113–125.
- Uzer, T., & Özaslan, M. (2023). Yapay zekâ destekli adaptif sinyal sistemlerinin LOS üzerindeki etkisi: Antalya ve Bursa örneği. *Trafik Mühendisliği Dergisi*, 5(1), 56–72.
- Ünver, H., Gökalp, H., & Koç, T. (2024). Yönlendirme algoritmalarının hizmet seviyesi performansına etkisi. *Ulaşım ve Bilgi Sistemleri Dergisi*, 9(2), 98–110.
- Wang, Y., Wu, J., & Ma, W. (2018). A real-time adaptive traffic signal control model using connected vehicle data. *Transportation Research Part C*, 92, 206–223.
- Özkul, H. (2023). AIMSUN mikrosimülasyonu ile arter kavşak performans analizi: HCM temelli uygulama. *Ulaşım Bilimleri Dergisi*, 6(3), 122–138.

Hplc Assisted Cleaning Validation In Pharmaceutical Manufacturing: Measures Of Reliability

Ali BAG¹, Fulya BAG², Esra ALBAYRAK³, Orhan ULUCAY⁴,

¹E-mail: abag@outlook.com.tr, 0538-942-09-93, ¹Kafkas University, Faculty of Bioengineering,
Bioengineering Kars/Turkey.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0820-5372>

²E-mail: fulyabostanci@outlook.com, 0538-942-09-93, ²Kafkas University, Faculty of Bioengineering,
Bioengineering Kars/Turkey.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-0133-0795>

³E-mail: esraylmzdr@outlook.com, 0536-608-13-23, ³Kafkas University, Faculty of Bioengineering,
Bioengineering Kars/Turkey.

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-0856-9480>

⁴E-mail: orhanulucay@kafkas.edu.tr, 0 532-725-43-76, ⁴Kafkas University, Faculty of Bioengineering,
Bioengineering Kars/Turkey.

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0820-5372>

Summary

The pharmaceutical sector is an industrial sector and therefore requires strict quality control and cleaning procedures as it carries out productions that will directly affect human health. Attention should be paid to the possible risk of cross-contamination of multiple product productions with similar equipment. This causes drug production effects that can result from an unfavourable scenario and ultimately face serious legal issues. The product process used to clean equipment before performing a new product process with chemicals has been a critical part of pharmaceutical manufacturing. Reduced cleaning validation on a scientific basis is the verification that the cleaning procedure of the relevant controls is effectively implemented. The cleaning controls, which are verified with numerical data, result in numerical data that no drug residues remain on the equipment or are optimised (active substance, preservative, excipient, etc.). As a result of this data, scientific techniques are used to prove that these systems, which are constantly used in production, are regularly cleaned. The most prominent analytical methods are HPLC (High Performance Liquid Chromatography) and TOC (Total Organic Carbon) analyses. The agent levels in the samples taken in our study were below the LOQ (0.01 µg/mL) value. These results showed that the cleaning procedure completely eliminated the residues of the agent. The calibration curves showed a linear relationship, resulting in a value of $R^2 = 0.999$. This linear relationship demonstrates the high precision and accuracy of the method.

Keywords: HPLC, TOC, Pharmaceutical industry, Cleaning Validation

Abstract

The pharmaceutical sector is an industrial sector and therefore requires strict quality control and cleaning procedures as it carries out productions that will directly affect human health. Attention should be paid to the possible risk of cross-contamination of multiple product productions with similar equipment. This causes drug production effects that can result from an unfavourable scenario and ultimately face serious legal issues. The product process used to clean equipment before performing a new product process with chemicals has been a critical part of pharmaceutical manufacturing. Reduced cleaning validation on a scientific basis is the verification that the cleaning procedure of the relevant controls is effectively implemented. The cleaning controls, which are verified with numerical data, result in numerical data that no drug residues remain on the equipment or are optimised (active substance, preservative, excipient, etc.). As a result of this data, scientific techniques are used to prove that these systems, which are constantly used in production, are regularly cleaned. The most prominent analytical methods are HPLC (High Performance Liquid Chromatography) and TOC (Total Organic Carbon) analyses. The agent levels in the samples taken in our study were below the LOQ (0.01 µg/mL) value. These results showed that the cleaning procedure completely eliminated the residues of the agent. The calibration curves showed a linear relationship, resulting in a value of $R^2 = 0.999$. This linear relationship demonstrates the high precision and accuracy of the method.

Keywords: HPLC, TOC, Pharmaceutical industry, Cleaning Validation

INTRODUCTION

In recent years, cleanliness in pharmaceutical production has become an increasingly important issue in the pharmaceutical industry. Since it is costly to create different production lines for products with the same structure in the pharmaceutical sector, it has become necessary to use similar equipment for similar groups of products. For this reason, the risk of contamination between products is very high. It is unclear whether the processes used to prevent cross-contamination are fully effective in preventing contamination. Cleanliness validation in pharmaceutical production processes also plays a critical role in patient safety (Pack, 2009). The Good Manufacturing Practices (GMP) standards applied in drug manufacturing stipulate that cleaning procedures must be strictly followed at all stages of production. (Prytulska, 2023). Cleaning validation ensures that production is carried out in accordance with these standards and that drugs are of the desired level in terms of quality, safety, and efficacy. In this study, the cleaning validation processes of equipment used in pharmaceutical process lines were examined, and the effectiveness of the HPLC method was evaluated. The study highlights the importance of cleaning validation in terms of preventing cross-contamination, ensuring product safety, and increasing production efficiency. Cleaning procedures should generally be validated. This validation is important for situations and processes where contamination or carried-over materials pose a significant risk to the quality of the drug substance (Dahiya, 2022). For example, in cases where residues are removed in successive purification steps during the initial stages of production, validation of equipment cleaning procedures may be unnecessary. Validation of cleaning procedures should be appropriate for the actual use of the equipment. In equipment cleaned with the same device and process, if different components of active drugs or intermediate products are produced, the representative product (intermediate product) selected for approval is no longer merely a matter of preference; it must be consistent with the limits determined based on factors such as difficulty, process

capabilities, efficiency, toxicity, and stability (Sengupta, 2022). The cleaning protocol should include equipment, procedures, materials, acceptable cleaning levels, and parameters to be observed and controlled (Pluta, 2019). Sampling methods will be able to measure the residual level on the surface of the device after cleaning. If the product comes into contact with structures that are difficult or complex to access in terms of surface design, such as the internal surfaces of equipment, reactors with narrow inlets, areas where toxic substances are processed, or microfluidic systems, it may not be practical to perform cleaning validation using the wipe method on such surfaces. Existing analytical methods with sufficient sensitivity to detect residues and contaminants should be used. The detection limit for each analytical method should be sensitive enough to detect the specified residue or contaminant (Tsagkaris, 2019). The completeness of all test methods used must be validated and reported under actual conditions of use. Methods must be validated for the importance of the characteristics specified in the ICH Q7 (Good Manufacturing Practice Guide for Active Pharmaceutical Ingredients) guidelines related to the identification of analytical methods. The level of analytical validation will reflect the purpose of the analysis of the active ingredient of the drug and the stage of the manufacturing process (Munro, 2017). Before starting to validate analytical methods, the suitability and performance level of the analytical instruments to be used should be considered. All records should include details of any changes made to the original analytical method and the reasons for these changes. In addition, the reports should be supported by scientific data demonstrating that the results obtained after the changes have been made maintain the reliability and accuracy of the developed method. (Kottner, 2023).

METHOD

Sampling Procedure: In the analyses performed after cleaning, the swab method (25 cm² and 100 cm²) and rinsing water sampling method were used. Swabs were moistened with sterile solutions and taken from the inner surfaces of the equipment. Samples were collected specifically from critical points of the equipment, i.e., areas in direct contact with the active substance. Swab samples were diluted with appropriate mobile phase solutions (acetonitrile and water (50:50, v/v)) for HPLC (Agilent 1260 Infinity) analysis (Malley, 2015).

Equipment Used:

HPLC System: Agilent 1260 Infinity

UV Detector 208 nm wavelength

Column Luna Phenyl Hexyl 250 mm x 4.6 mm, 3 µm particle size Mobile Phase: Acetonitrile and water (50:50, v/v)

Injection Volume: 100 µL

Swab Surface Area: 25 cm² and 100 cm

Standard Solution Preparation: Stock solutions for the analyte were prepared at a concentration of 1 mg/mL in methanol, and working solutions were diluted to concentrations ranging from 0.01 µg/mL to 50 µg/mL. Calibration curves were constructed based on peak areas corresponding to known analyte concentrations. (Kasperkiewicz, 2022).

Analysis stage: The Luna Phenyl Hexyl 250 mm x 4.6 mm, 3 µm particle size column attached to the HPLC (High Performance Liquid Chromatography, Agilent 1260 Infinity) device was left to condition under the Mobile phase passing through the UV Detector with a wavelength of 208 nm. Subsequently, the blank solution (mobile phase), standard solutions, and sample solutions were sequentially injected into the system at a volume of 100 µL. The system profiles generated by the system were then compared (Xie, 2024).

Blank Injection: Given to the system to detect peaks that may be generated by the system.

Standard Injection: Detects the area and location of the active peak according to the concentration we give to the system with the standard.

Sample Injection: Sample injection is the interpretation of the peak with a retention time similar to that of the standard, based on the concentration we introduce into the system with the sample. We look for the peak at the minute corresponding to the peak in the standard. If it is below the specified limits, the cleanliness is acceptable (Dunn, 2011).

Validation Parameters:

The validity of analytical method validation is ensured by proving that the data obtained through studies conducted in accordance with the parameters determined by international authorities meet the specified criteria. The performance parameters used in the Analytical Method Validation study are specified in the USP, EP, ICH, ISO, and FDA guidelines. (Riley, 2024)

The validation parameters required for each type of analytical method are provided in Table 1 below.

Table 1. Required Data Elements for Validation (Harmonisation., 2005)

Analytical Performance features	Category 1	Category 2		Category 3	Category 4
		Quantitative	Limit Tests		
Accuracy	+	+	*	*	-
Specificity	+	+	+	*	+
Precision	+	+	-	+	-
Detection Limit	-	-	+	*	-
Quantitation Limit	-	+	-	*	-
Linearity	+	+	-	*	-
Range	+	+	*	*	-

* Depending on the type of test, it may be necessary.

Category 1: Analytical methods used to determine the amount of the main component in the sample. (Example: Content uniformity, Quantity determination)

Category 2: Analytical methods used to determine the amount of impurities or residues other than the main component in the sample. (Example: Residual solvents, Related compounds)

Category 3: Analytical methods used to evaluate the performance characteristics of the sample (Example: Dissolution rate, Dissolution)

Category 4: Identification tests.

1) Specificity

Selectivity is the ability to determine the substance to be analyzed with certainty and without dispute in the product, even if there is a matrix effect. (Matrix effect: Components other than the main component. Example: Preservatives, excipients, anti-caking agents, etc.) In chromatographic methods, the purity values of the components are also checked to verify selectivity. (González, 2014).

Peak Purity: In quantitative analyses, the purity of the main component is expected to be >999, and in related compounds, the purity is expected to be >990 for impurity peaks.

2) System Suitability

a- Resolution

The following parameters can be used when determining the system suitability of a chromatographic method. It is recommended that the resolution value be 1.5 or higher. However, in special cases where this

acceptance criterion cannot be met, it may be acceptable. The separation of two different peaks from each other (Peris-Vicente, 2015).

b- Number of theoretical plates

It is a measure of column efficiency that shows how many peaks can be included in a chromatogram per unit working time. In chromatograms obtained under constant working conditions, the N value of each peak remains essentially constant. The theoretical plate number (N), retention time (t_R), and peak width at height (W_{h/2}) are shown (Figure 1) (Eldeeb, 2007).

$$N = 5.54 \times (t_R / W_{(h/2)})^2$$

N : Theoretical plate count

t_R : Retention time

W_{h/2} : Peak width at ½ height

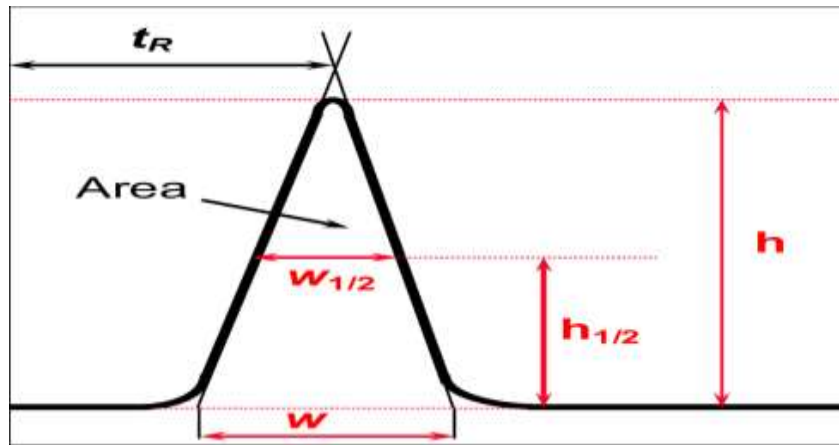


Figure 1. Number of theoretical plates

c- Peak-to-valley ratio

$$P/V = H_p / H_v$$

HP: Height of the secondary (minor) peak.

Hv: Distance between the two peaks

The acceptance criterion for this value is determined after examination of the values obtained during validation (Epshtein, 2020).

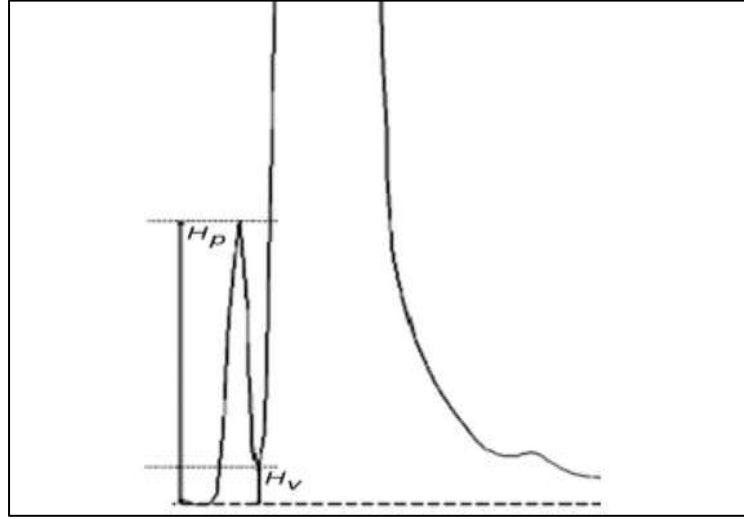


Figure 2. Peak-to-valley ratio

d- Symmetry factor & Tailing

$$T = W_{0.05} / (2 \times f)$$

T: Tail factor (tail coefficient)

W_{0.05}: Width at 5% height of the peak

f: Distance between the peak's apex and its leading edge. (Measured from the point at 5% of the peak height. The ideal tailing factor value is 1.0. However, a value between 0.8 and 1.5 is recommended. In special cases where this acceptance criterion cannot be met, it may be acceptable (Figure 3).

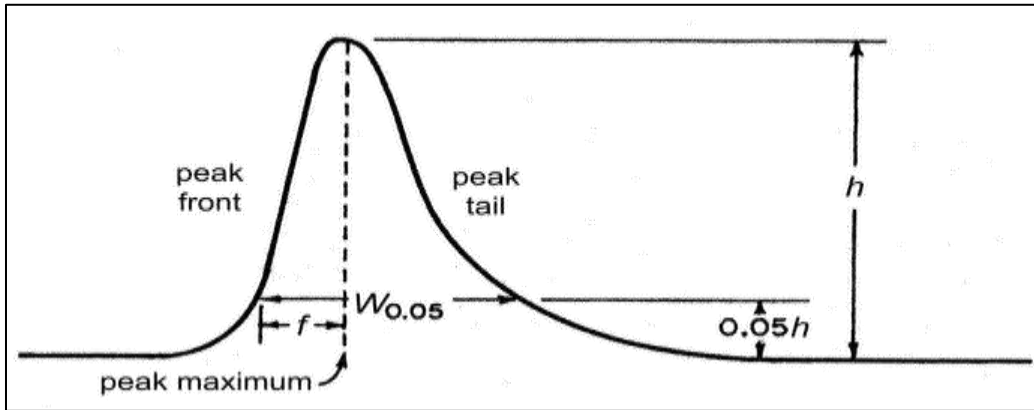


Figure 3 Symmetry factor & Tailing

e-Tekrarlanabilirlik kriterini değerlendirmek için bağıl standart sapma değeri hesaplanır.

Injection accuracy HPLC, expressed as relative standard deviation (RSD), includes the elements, column, and environmental conditions, as well as the time required to analyze the sample. It indicates performance and compliance. We can see the number of measurements (N), the relevant value ($\bar{X}$) measured in a group of N, the arithmetic mean of the group ($\bar{x}$), and the standard deviation values in the formula (Figure 4).

%RSD: Relative standard deviation

N: Number of measurements

$\bar{X}$: Relevant value measured in a group of N numbers

$\bar{x}$: Arithmetic mean of the group

SD: Standard deviation

$$\% \text{ RSD} = \frac{100}{\bar{X}} \times \left[\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1} \right]^{1/2} = \frac{100}{\bar{X}} \times \text{SD}$$

Figure 4. Relative standard deviation value calculation

The accuracy of a method is defined as the closeness of the obtained result to the actual result. The closer the recovery result is to 100%, the better the result.

In quantity and dissolution analyses, the main component is used, while in impurity analyses, the relevant impurity standards are used to prepare accuracy solutions at the limit concentration and at levels above and below this concentration.

The concentration of each component in the solution is calculated precisely (theoretical value) by taking into account the weights, potency values, and preparation stages of each component.

After analysis, the concentration of each component in the accuracy solutions is calculated using the regression formula obtained from the linearity study or the 100% standard area values (Experimental value) (Moosavi, 2018).

$$\% \text{Recovery} = (\text{Experimental Value}) / (\text{Theoretical Value}) \times 100$$

4- Precision

The precision of an analytical method is a parameter that indicates how consistent the results obtained from successive samples taken from the same homogeneous sample are with each other. The precision parameter must be determined using a homogeneous sample. If a homogeneous sample cannot be obtained, it can be prepared artificially. Precision is evaluated under four main headings: System precision, Method precision, Intra-laboratory precision, and Inter-laboratory precision (Figure 5) (Shugar, 2021).

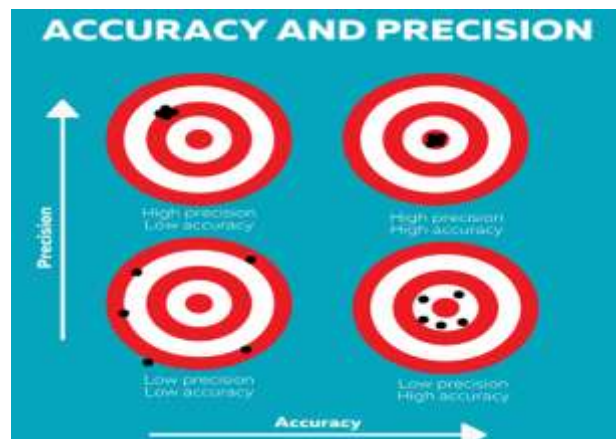


Figure 5. Accuracy and Precision

Specificity: The ability of the method to separate the analyte from other components was tested by adding the analyte to samples.

Linearity: A linear response was obtained in the range of 0.01 µg/mL to 50 µg/mL ($R^2 = 0.999$).

Accuracy and Precision: Recovery tests conducted by adding specific amounts of the analyte to surfaces yielded a recovery rate of 90–110%, with an RSD of less than 5%.

Detection and Quantification Limits (LOD and LOQ): The LOD was determined to be 0.005 µg/mL, and the LOQ was determined to be 0.01 µg/mL.

Detergent Residue Analysis: Residues of the Cosa Foam 40 detergent used during cleaning were tested using Total Organic Carbon (TOC) analysis. The acceptable limit was set at 500 ppb (Olson, 2002).

RESULTS

As a result of the HPLC analyses performed, the levels of active substance analyzed in the swab and rinse water samples taken from the cleaned equipment surfaces were below the recorded acceptance limits;

- Blank Injection Results
- In standard injection
- Chromatogram obtained in sample processing
- Results obtained from swab samples were found to be below the specified particle limits recorded for surface areas of 25 cm² and 100 cm², confirming that the cleaning procedure was maintained.

These results indicate that the cleaning procedure used is effective and that no residue remains on the equipment surfaces within the recorded limits.

CONCLUSION AND DISCUSSION

These cleaning validation studies ensure that mass production can be carried out by preventing contamination between different factors. This is a requirement to ensure the cleanliness of equipment. Otherwise, it cannot be guaranteed that the produced product has not interacted with other factors. It is not necessary to apply all validation parameters to prove the reliability of methods taken from published literature that include validation parameters.

Cleaning validation is the documentation and verification that an approved cleaning procedure and equipment are suitable for production in terms of cleanliness. Accordingly, the residues formed on the equipment surfaces after cleaning are checked to see if they are within the permitted limits. Cleaning validation requires analytical method validation to prove the effectiveness and repeatability of cleaning procedures. The cleaning validation we performed demonstrated that the HPLC/UV method developed can reliably detect active residues. Analyses conducted on samples taken after the cleaning process revealed no active residues on the surfaces of equipment such as the Canaan 200 L Container Mixer and Russell Mini Sifter. Active ingredient levels in all samples were below the established LOQ (0.01 µg/mL) value. These results indicate that the cleaning procedure completely eliminated active ingredient residues.

The calibration curves showed a linear relationship, resulting in an R^2 value of 0.999. This linear relationship demonstrates that the method works with high sensitivity and accuracy.

In addition, tests performed on swab samples yielded results between 90% and 110%, proving that samples taken using the swab method provide reliable results in analyses.

Microbiological Test Results: Microbiological analyses also yielded successful results. No growth of pathogenic microorganisms was observed in the rinse water samples.

Detergent Residue Tests: In detergent residue analyses, Cosa Foam 40 residues were found to be below the LOQ in all samples. These results indicate that the cleaning agent used was effectively cleaned.

These findings once again demonstrate the importance of cleaning validation in pharmaceutical production lines. Cleaning a line where high-potency drugs are produced not only meets GMP requirements but is also a critical step in ensuring patient safety. The results obtained demonstrate that the cleaning process successfully eliminates all active residues and that this production line can be used safely (Figure 6).

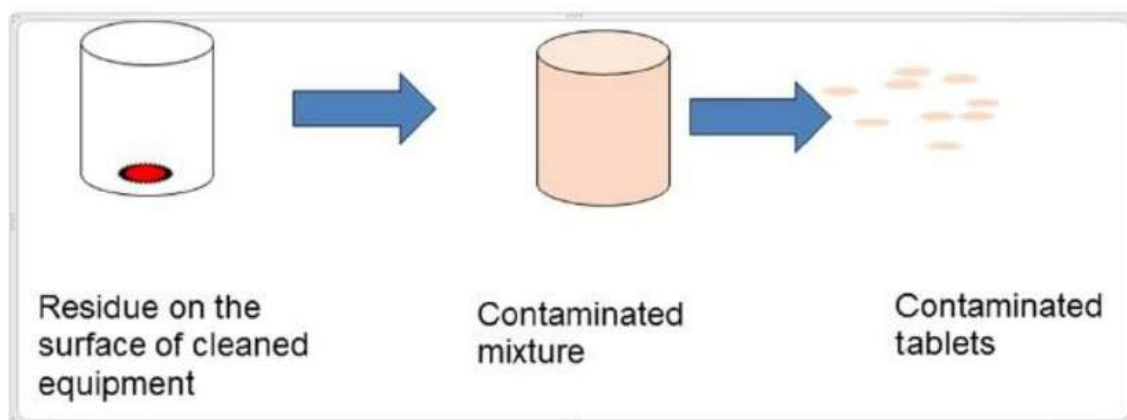


Figure 6. Contamination

Contaminants may be visible in the next production run due to inadequate and inappropriate cleaning procedures that may cause contamination (Prabu, 2015).

The cleaning validation performed for the granulation line where tablets containing the active ingredient are produced has demonstrated that the HPLC-UV method used is reliable and accurate. The method was able to reliably measure the residual levels of the active ingredient, and no residues (drug contamination) were detected in any of the analyses. This confirmed the effectiveness of the cleaning procedures and proved that the production line is safe for the next production cycle. Post-cleaning validation has demonstrated that the detergent used has been completely removed and that there is no risk of microbiological contamination. With these results, we can confirm that the production line has been cleaned in accordance with GMP standards and that the risk of cross-contamination has been eliminated.

As can be seen from the results, this study emphasizes that cleaning validation in the pharmaceutical sector is of critical importance and that the analytical methods developed play an important role in ensuring safety on production lines. The concentration range of the identified agent was evaluated between 0.01 µg/mL and 25 µg/mL, and a linear relationship ($R^2 = 0.999$) and precision ($RSD \leq 5\%$) were achieved within this range. The UV detector at 208 nm ensured reliable detection of the agent at low levels. Additionally, the effectiveness of cleaning procedures was measured through tests on swab samples and rinse water samples. Analytical results showed that the residual levels of the active ingredient after cleaning did not exceed the established PDE (Permissible Daily Exposure) limits and remained below them.

Table 2. Results obtained

Material names	Sample results	LOQ value (Std value)
Filter	0.002 µg/mL	0.010 µg/mL
Sieve	0.008 µg/mL	0.010 µg/mL
Boiler cover	0.000 µg/mL	0.010 µg/mL
Mixing tank	0.001 µg/mL	0.010 µg/mL

All sample results were below the LOQ (0.01 µg/mL) value. These results demonstrate that the cleaning procedure was successful and that the equipment to be used is completely free of residues and ready for the next production run.

SOURCE

Dahiya, S. C. (2022). Cleaning Validation: A Crucial Step in Assuring Quality During Pharmaceutical Manufacturing. *International Journal of Pharmaceutical Quality Assurance*, 13(4), 484-89.

Dunn, W. B.-M. (2011). Procedures for large-scale metabolic profiling of serum and plasma using gas chromatography and liquid chromatography coupled to mass spectrometry. *Nature protocols*, 6(7), 1060-1083.

Eldeeb, S. (2007). High efficiency separation techniques: fast HPLC using monolithic silica columns and chiral separation using capillary zone electrophoresis (Doctoral dissertation, Braunschweig,. *Techn. Univ., Diss.*).

Epshtein, N. A. (2020). System suitability requirements for liquid chromatography methods: controlled parameters and their recommended values. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 54(5), 518-525.

González, O. B. (2014). Bioanalytical chromatographic method validation according to current regulations, with a special focus on the non-well defined parameters limit of quantific. *Journal of Chromatography A*, 1353, 10-27.

Harmonisation. (2005). ICH Harmonised Tripartite Guideline:. *Validation of Analytical Procedures: Text and Methodology Q2(R1)*.

Kasperkiewicz, A. L. (2022). Impact of pesticide formulation excipients and employed analytical approach on relative matrix effects of pesticide determination in strawberries. *Talanta*, 236, 122825.

Kottner, J. &. (2023). The theory and practice of pressure ulcer/injury risk assessment: a critical discussion. *Journal of Wound Care*, 32(9), 560-569.

- Malley, T. J. (2015). Seek and destroy process: *Listeria monocytogenes* process controls in the ready-to-eat meat and poultry industry. *Journal of Food Protection*, 78(2), 436-445.
- Moosavi, S. M. (2018). Linearity of Calibration Curves for Analytical Methods: A Review of Criteria for Assessment of Method. . *Calibration and validation of analytical methods: a sampling of current approaches*, 109.
- Munro, G. (2017). ICH Q7 good manufacturing practice guide for active pharmaceutical ingredients (APIs). *ICH Quality Guidelines: An Implementation Guide*, 509-534.
- Olson, D. A. (2002). In-home formation of halogenated volatile organic compounds (VOCS): implications for human exposure and indoor air quality. . *The University of Texas at Austin*.
- Pack, B. W. (2009). Clinical Supplies Manufacture: Strategy, Good Manufacturing Process Considerations, and Cleaning Validation. *In Developing Solid Oral Dosage Forms*, 577-597.
- Peris-Vicente, J. E.-R.-B. (2015). Validation of analytical methods based on chromatographic techniques: An overview. *Analytical separation science*,, 1757-1808.
- Pluta, P. L. (2019). Cleaning Validation—Lifecycle Approach. *In Parenteral Medications, Fourth Edition*, 879-906).
- Prabu, S. L. (2015). Cleaning validation and its regulatory aspects in the pharmaceutical industry. *In Developments in surface contamination and cleaning*, pp. 129-186.
- Prytulska, N. A. (2023). A survey on the prevalence of sustainable diets and the eating experience satisfaction. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 123 (13).
- Riley, C. M. (2024). Specification of drug substances and products: . *development and validation of analytical methods*, Elsevier.
- Sengupta, P. C. (2022). Post-acute and long-term care providers and services users in the United States. 2017–2018.
- Shugar, A. N. (2021). Rapid identification of wood species using XRF and neural network machine learning. *Scientific reports*, 11(1), 17533.
- Tsagkaris, A. S. (2019). . Critical assessment of recent trends related to screening and confirmatory analytical methods for selected food contaminants and allergens. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 121, 115688.
- Xie, X. W. (2024). Improved V th Stability and Gate Reliability of GaN-Based MIS-HEMTs by Employing Alternating O₂ Plasma Treatment. *Nanomaterials*, 14(6), 523.
- Yirün, A. E. (2018). Temizlik ve ilaç üretme konusunda kalan seviyenin toksisitesini değerlendirin. *Edebiyat Bilimi Dergisi*, 7 (3), 227-236.).

Düzce Üniversitesi Konuralp Yerleşkesi ve Yakın Çevresinin Mekânsal Gelişimi Üzerine Bir İnceleme

Nuray ÖZKARACA ÖZALP, Hakan ARSLAN²

¹E-mail: nuray.ozkaraca@siirt.edu.tr; Siirt Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Siirt / Türkiye. ORCID ID: 0000-0001-8041-3937

²E-mail: hakanarslan@duzce.edu.tr; Düzce Üniversitesi, Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Düzce / Türkiye. ORCID ID: 0000-0002-0858-0199

Özet

Üniversitelerin mekânsal gelişimi; kampüs alanı içerisinde, kampüs bitişiğinde ve yakın çevresinde olmak üzere farklı biçimlerde ortaya çıkmaktadır. Özellikle kampüslerinin bitişiğindeki ve çevresindeki mahalleler, üniversitenin varlığıyla birlikte mekânsal olarak dönüşmekte; yapılaşma yoğunluğu, kullanım türleri ve fiziksel çevrede belirgin değişiklikler gözlemlenmektedir. Bu çalışmada Düzce Üniversitesi Konuralp yerleşkesinin ve yakın çevresinin mekânsalgelişimi incelenmektedir. Çalışmanın yöntemi, uydu görüntüleriyle kampüs gelişimini izleme çerçevesine dayanmaktadır. Kampüs ve yakın çevresinin mekânsaldeğişimini incelemek için 2005, 2011, 2016, 2019 ve 2023 yıllarına ait toplam beş uydu görüntüsü kullanılmıştır. Uydu görüntüleriyle kampüs gelişimini izleme çerçevesi, 2005-2023 yılları arasındaki 18 yıllık süre boyunca inşaat faaliyetleri üzerinden değerlendirilmiş ve bu bağlamda mekânsal gelişim dinamikleri ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Google Earth, kampüs, mekansal gelişim.

Abstract

The spatial development of universities takes different forms within the campus area, adjacent to the campus, and in the immediate vicinity. Especially the neighborhoods adjacent to and around the campuses are spatially transformed with the university's presence; significant changes are observed in the density of construction, types of use, and physical environment. This study examines the spatial development of Düzce University Konuralp campus and its immediate surroundings. The study's methodology is based on the framework of monitoring campus development with satellite imagery. A total of five satellite images from 2005, 2011, 2016, 2019, and 2023 were used to examine the spatial change of the campus and its immediate surroundings. The framework of monitoring campus development with satellite imagery is evaluated through construction activities over the 18 years between 2005 and 2023, and spatial development dynamics are revealed in this context.

Keywords: Google Earth, campus, spatial development.

GİRİŞ

Mekânsal pratikler açısında üniversiteler, meslek öğreten kurumlar olarak yoğun öğrenci nüfusu ve akademisyen barındıran, kentsel bölgelerde önemli alan kaplayan yerleşkelerdir. Yerleşim alanları ile çevrelerine önemli etkileri olan üniversiteler, kentsel morfoloji uzmanı Peter Larkham'ın da belirttiği dört özellikleriyle morfolojik çalışmalar açısından değişen kentsel çevrenin bir parçası olarak ve hatta kentsel bir tip olarak ele alınmalıdır (Larkham, 2000, 75-76). Larkham'a göre üniversiteler:

- Öncelikle hem çevresine istihdam yaratan ekonomik bir kaynak hem de kentsel çevrede hatırı sayılır alan kaplayan bir yerleşke olarak kentin içinde, kıyısında, ve dışında yer alışlarına göre yakınlarındaki kent bölgesine etki eder;
- uzun vadeli kurumlardır;
- nerdeyse istisnasız, büyürler ve gelişirler; ve
- bu büyüme zaman içinde, yakınına yayılma ya da kent içinde değişik yerlere dağılma gibi farklı tipolojilere bürünebilirler (Yıldız, Çil & Can, 2015).

Sonuç olarak üniversitelerin yapılanması sürekli bir değişim içerisinde olup yerleşim gösterdiği kentin nüfusunu artırır, istihdam olanağı sağlar, öğrenciler tarafından ekonomik canlılık sağlanır, doğacak konut ihtiyacını karşılamak için konut inşası artar, inşaat piyasası hareketlenir, üniversite kullanıcıların talepleri ile sosyal alanlarda artış görülür, sanayi ile iş birlikleri sonucunda kentin sanayi sektörü gelişir ve üniversite-sanayi etkileşimi artar (Gökbel, 2021). 1960'lardan sonra hem Avrupa'da hem de Türkiye'de üniversite yerleşimleri kent dışına yönelmeye başlamıştır. Bu yönelme Erkman' a (1990) göre başlıca üç temel nedene dayanmaktadır. Bunlar;

- **Gelişmenin Kent İçinde Sınırlı Hale Gelmesi:** Yeni fakülte ve yüksekokulların açılmasıyla ve öğrenci sayılarındaki artışla birlikte söz konusu olan büyüme ve gelişme için üniversitelerin ihtiyacına cevap verebilecek yeni alanlara kent içinde yer bulunamaması, üniversitelerin kent dışına yönelmelerinin en önemli sebeplerinden biridir (Erkman, 1990).
- **İletişim ve Ulaşım Araçlarında Gelişmeler:** Kent ile kent dışında konumlanmış üniversite arasındaki ulaşım sorununun ulaşım araçları ve yol şebekelerinin gelişmesiyle; iletişim ve haberleşme sorunlarının ise gelişen teknolojik olanaklar ile çözümlenmesi aradaki mesafeden kaynaklanabilecek olumsuzlukları ortadan kaldırmıştır (Erkman, 1990).
- **Kampüslerin Prestij Sembolü Haline Gelmesi:** Kampüslerin geniş araziler üzerinde kurulması ve en son teknoloji ile donatılmış şekilde inşa edilmeye başlanması, yöneticiler tarafından kampüslerin bir prestij sembolü olarak görülmesine ve teşvikine neden olmuştur. Bu da kampüslerin doğuşunda etken olmuştur (Erkman, 1990).

Türkçe'de yerleşke olarak adlandırılan kampüs; üniversite eğitim yapılarının, öğrenci yurtlarının, öğretim elemanlarına ait lojmanların, sosyal tesislerin ve bunlar dışında birimleri birbirine bağlayan caddelerin, yürüme yollarının, yeşil alanların, iç avluların, plazaların ve meydanların yer aldığı çok işlevli bir eğitim alanıdır (Turner,1995) (Şekil 1).

Bu tür üniversitelerin (kampüslerin) mekânsal gelişimi; kampüs alanı içerisinde, kampüs bitişiğinde ve yakın çevresinde olmak üzere farklı biçimlerde gerçekleşmektedir. Özellikle kampüslerinin bitişiğindeki ve çevresindeki mahalleler, üniversitenin varlığıyla birlikte mekânsal olarak dönüşmekte; yapılaşma yoğunluğu, kullanım türleri ve fiziksel çevrede belirgin değişiklikler gözlemlenmektedir. Bu çalışmada 2006 yılında kurulan genç bir üniversite olarak Düzce Üniversitesi Konuralp yerleşkesinin ve yakın çevresinin mekânsal gelişimi incelenmektedir.

Bu çalışmanın ana materyali Düzce Üniversitesi Konuralp yerleşkesidir (Şekil 2). Bu çalışmada 2006 yılında kent dışı bir kampüs modeli olarak kurulan ve genç bir üniversite olan Düzce Üniversitesi Konuralp yerleşkesinin ve yakın çevresinin mekânsal gelişimi uydu görüntüleri incelenmektedir. Düzce Üniversitesi ilk kurulduğu 2006 yılında 3 fakülte ve 5.700 öğrenciden oluşurken günümüz itibarıyla 13 fakülte ve 31.000’den fazla öğrenci bulunmaktadır (Düzce Üniversitesi, 2025a). Tablo 1’de verilen öğrenci sayıları ve akademik personel sayılarının tamamı Konuralp Yerleşkesi’ni yansıtmamakta olup diğer ilçelerde bulunan MYO’ları ve fakülteleri de kapsadığı dikkate alınmalıdır.



726

Tablo 1. *Yıllara bağlı olarak değişen öğrenci ve akademik personel sayısı (Düzce Üniversitesi, 2025).*

	Öğrenci Sayısı	Akademik Personel Sayısı
2006	5.364	370
2011	10.712	717
2016	27.869	1.022
2019	28.088	1.140
2023	30.120	1. 224

Google Earth Pro üzerinden mekansal değişimin tespiti

Uydu görüntüleri, kentsel yapıdaki mekansal değişimleri tespit etmede oldukça kullanışlı veri kaynaklarıdır. Google Earth Pro platformu çeşitli uydu görüntülerini ve hava fotoğraflarını birleştirerek yüksek çözünürlüklü bir görüntü arşivi sağlamaktadır. Farklı tarihlerdeki verilerin de veri tabanında bulunması zamansal değişimlerin analiz edilmesine olanak sağlamaktadır (Ulubaba, Kaya & Polat, 2024). Bu çalışmada Google Earth Pro üzerinden kampüs ve yakın çevresi gelişim alanları yıl bazlı olarak tespit edilmiştir. Farklı tarihlerdeki görüntüler üzerinden tüm mekansal değişimler belirlenmiştir. Çalışmanın yöntem kurgusu; uydu görüntüleriyle kampüs gelişimini izleme çerçevesine dayanmakta olup kampüs ve yakın çevresinin mekansal değişimini incelemek için 2005, 2011, 2016, 2019 ve 2023 yıllarına ait toplam beş uydu görüntüsü kullanılmıştır (Şekil 3). Uydu görüntüleri Google Earth uydu görüntülerinden alınmıştır (Google Earth, 2025). Google Earth, global olarak ücretsiz uydu görüntüsü temin edilebilen web tabanlı bir yazılımdır. Google Earth verileri, yakın dönemli kentsel gelişmenin nitelik ve niceliğinin ayrıntılı olarak değerlendirilmesinde önemli imkânlar sunmaktadır (Güner & Koçoğlu, 2017).

Düzce Üniversitesi Konuralp yerleşkesinin ve yakın çevresinin mekansal gelişimi; 2005-2023 yılları arasındaki 18 yıllık süre boyunca inşaat faaliyetleri üzerinden değerlendirilmiş ve bu bağlamda mekansal gelişim dinamikleri ortaya konmuştur.



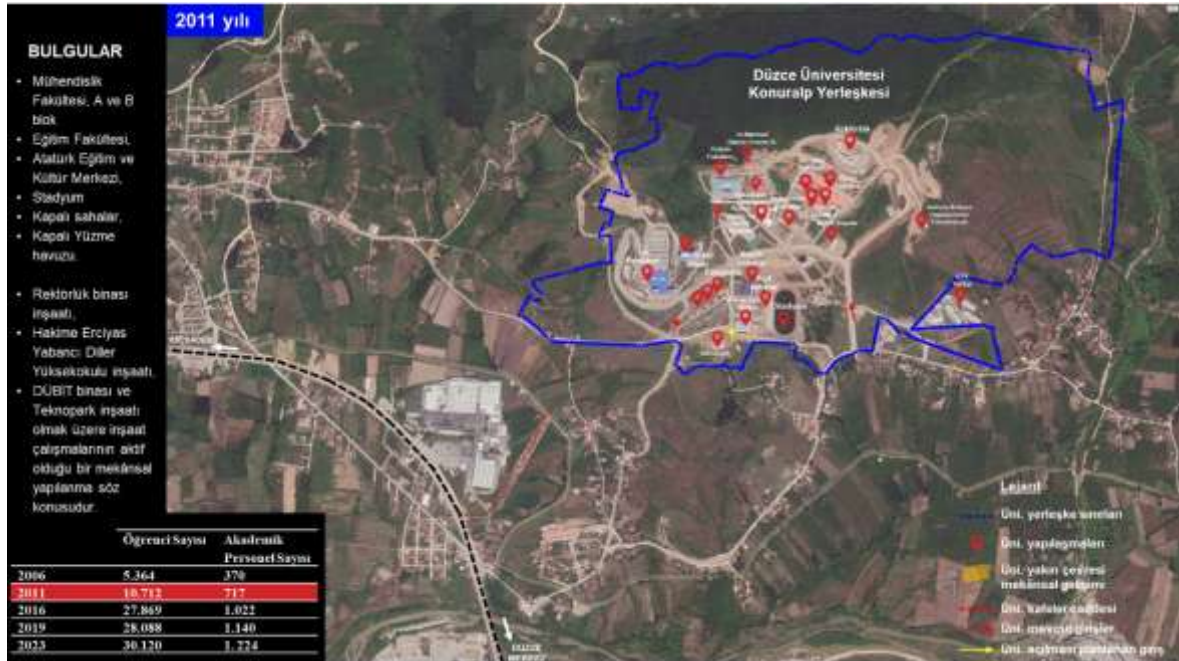
Şekil 3. Kampüs ve yakın çevresinin mekânsal değişimini incelemek için 2005, 2011, 2016, 2019 ve 2023 yıllarına ait toplam beş uydu görüntüsü (Google Earth, 2025 üzerinden düzenlenmiştir).

BULGULAR

Düzce Üniversitesi Konuralp Yerleşkesi ve yakın çevresinin mekânsal gelişiminin uydu görüntüleri üzerinden araştırılması kapsamında incelenen ilk ve aynı zamanda alana ait en eski uydu görüntüsü 2005 yılına aittir. 2005 yılında Konuralp yerleşkesi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi'ne bağlı konumdayken 2006 yılında Abant İzzet Baysal Üniversitesi'nden ayrılmış ve yeni bir üniversite olarak kurulmuştur. O yıllarda Düzce Üniversitesi Konuralp Yerleşkesi'nde; Tıp Fakültesi, Orman Fakültesi ve Teknik Eğitim Fakültesi olmak üzere 3 fakülte binası ve Morfoloji binası, Yemekhane ve Kütüphane binası ve Lojmanlar bulunmaktaydı. Ayrıca kampüsün hemen sınırında, yerleşkenin güney girişinin yakınında KYK yurtları yer almaktaydı (Şekil 4). 2011 yılı uydu görüntüsü incelendiğinde ise öncelikle öğrenci sayısının neredeyse iki katına çıkmasıyla birlikte yeni fakültelerin, kampüs yapıların inşa edildiği ve bazı inşaatların da devam ettiği bir mekansal gelişim dikkat çekmektedir. Kampüs sınırları içerisinde; Mühendislik Fakültesi, A ve B blok, Eğitim Fakültesi, Atatürk Eğitim ve Kültür Merkezi, Stadyum, Kapalı sahalar ve Kapalı Yüzme havuzunun inşa edildiği görülürken Rektörlük binası, Hakime Erciyas Yabancı Diller Yüksekokulu, DÜBİT (Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi) ve Teknopark yapılarının da inşaat çalışmalarının aktif olduğu bir mekânsal yapılanma söz konusudur (Şekil 5). Ayrıca 2005-2011 yılları arasında kampüs gelişimin sadece yerleşke sınırları içerisinde tek yönlü gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4 ve 5).



Şekil 4. 2005 yılı kampüs ve yakın çevresinin mekansal durumu.



Şekil 5. 2011 yılı kampüs ve yakın çevresinin mekansal durumu.

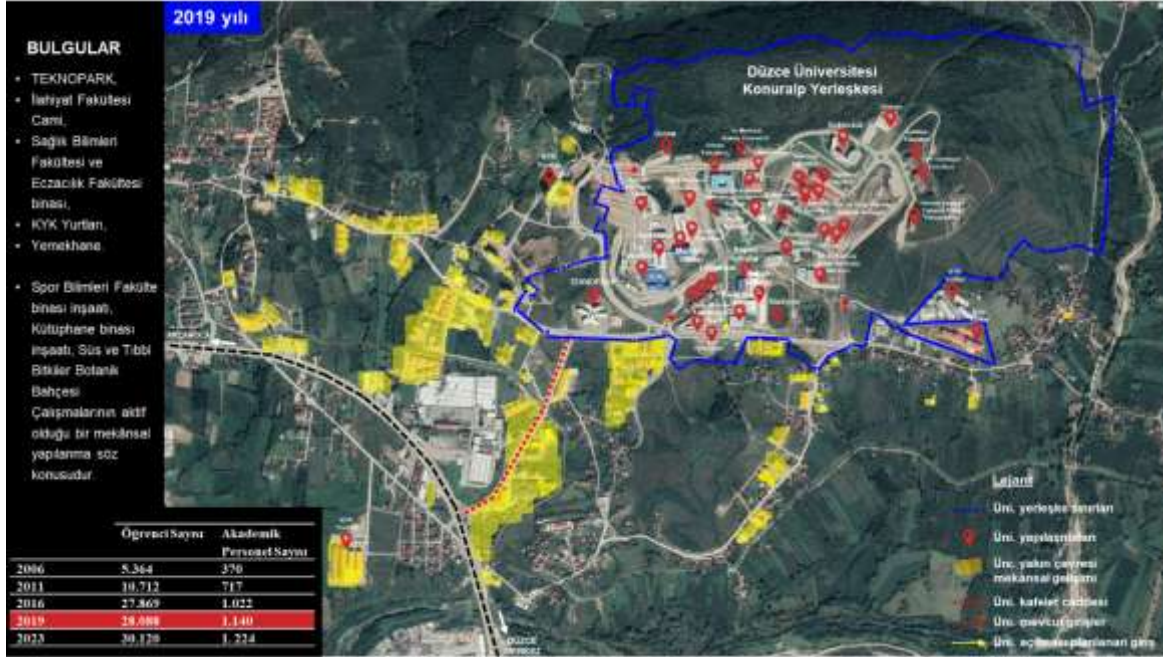
2016 yılı uydu görüntüsü incelendiğinde ise öncelikle öğrenci sayısında, 2011 yılından sonra yaklaşık 17 bin olmak üzere mevcut öğrenci sayısının 1.5 katından fazla bir artış olduğu dikkat çekmektedir. Bu 5 yılda kampüs sınırları içerisinde; DÜDAM (Deney Hayvanları Uygulama ve Araştırma Merkezi), İşletme Fakültesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Mehmet Akif Ersoy Eğitim ve Kültür Merkezi, Rektörlük Otopark yapılarının inşa edildiği görülürken Eczacılık Fakültesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi olmak üzere inşaat çalışmalarının ve kampüsün kuzey-batısında yeni açılacak kampüs girişi yol çalışmalarının da aktif olduğu

bir mekânsal değişim söz konusu olmuştur. Kampüsün yakın çevresinde ise kampüsün güney-batısında, Düzce-Akçakoca karayolunun alt kısmında yeni KYK Yurtlarının inşa edildiği görülürken kampüsün batısında ve yerleşim sınırlarının yakınında yeni KYK yurt inşaat hazırlık çalışmalarının yer alması dikkat çekmektedir. Bu yıllar arasında öğrenci sayısında yaşanan ciddi artış barınma sorunlarını da beraberinde getirdiği söylenebilir. KYK yurdu gelişmelerinin dışında barınma amaçlı konut yapılarının da oluştuğu ve inşaat çalışmalarının devam ettiği söylenebilir. Ayrıca bugün halk arasında Üniversite Kafeler Caddesi olarak anılan Necmi Hoşver Caddesi'nin yol açılma çalışmaları başlamıştır. 2011-2016 yılları arasında kampüs gelişimi; yerleşke sınırları içerisinde ve yerleşke sınırları dışında -yakın çevrede- iki yönlü olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 6).

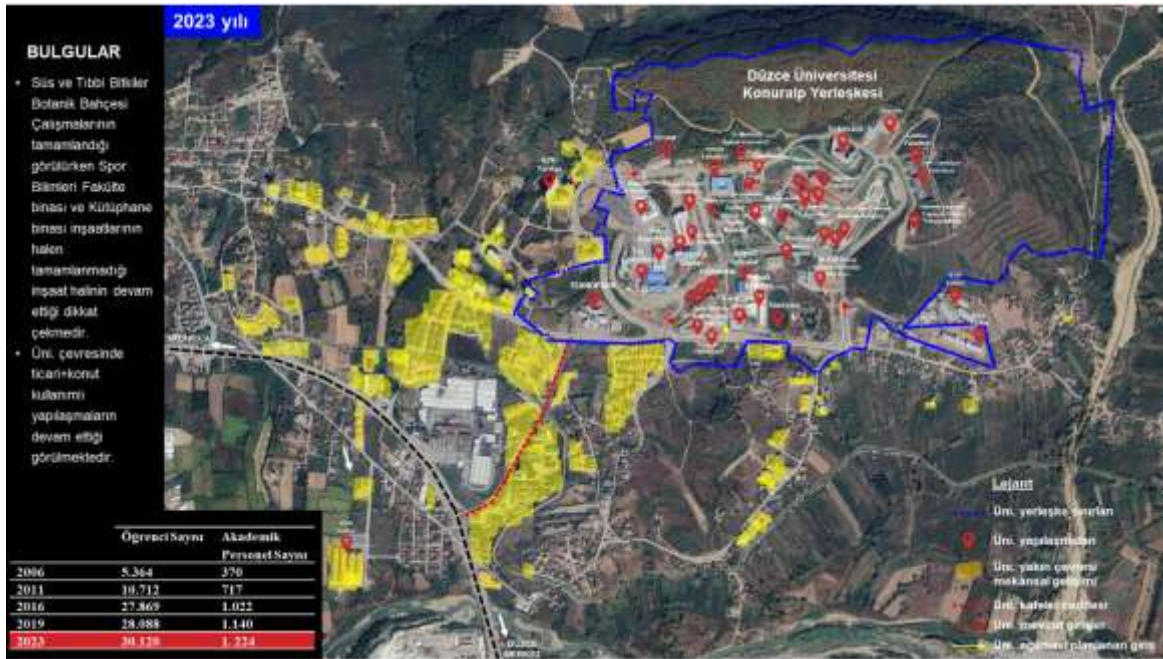


Şekil 6. 2016 yılı kampüs ve yakın çevresinin mekânsal durumu.

2019 yılı uydu görüntüsü incelendiğinde ise öncelikle öğrenci sayısında, son 3 yılda yaklaşık 2 bin olmak üzere çok fazla bir artış olmadığı çekmektedir. Bu üç yılda kampüs sınırları içerisinde; Teknopark, İlahiyat Fakültesi Cami, Sağlık Bilimleri Fakültesi ve Eczacılık Fakültesi binası, yeni KYK Yurtları, Yemekhane yapılarının inşaa edildiği görülürken Spor Bilimleri Fakülte binası, Kütüphane binası, Süs ve Tıbbi Bitkiler Botanik Bahçesi çalışmalarının aktif olduğu bir mekânsal yapılanma söz konusu olmuştur. Kampüsün yakın çevresinde ise kampüsün güney-batısında, Düzce-Akçakoca karayolunun alt kısmında mevcut KYK yurtlarının yanında yeni yurt bloklarının inşa edildiği görülürken kampüs sınırlarının içerisinde de yeni KYK yurtları inşa edildiği görülürken kampüsün batısında ve kampüs sınırlarının yakınında yeni KYK yurdunun inşa edildiği görülmektedir. KYK yurdu gelişmelerinin dışında barınma amaçlı toplu konut ile sosyal ve ticari amaçlı yapıların da oluştuğu ve inşaat çalışmalarının devam ettiği söylenebilir. Ayrıca bugün halk arasında Üniversite Kafeler Caddesi olarak anılan Necmi Hoşver Caddesi'nin yol çalışmalarının tamamlandığı görülmektedir. 2016-2019 yılları arasında kampüs gelişimi; yerleşke sınırları içerisinde ve yerleşke sınırları dışında -yakın çevrede- iki yönlü olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. 2019 yılı kampüs ve yakın çevresinin mekansal durumu.



Şekil 8. 2023 yılı kampüs ve yakın çevresinin mekansal durumu.

2023 yılı uydu görüntüsü incelendiğinde ise öncelikle öğrenci sayısında, son 3 yılda yaklaşık 2 bin olmak üzere çok fazla bir artış olmadığı çekmektedir. Bu üç yılda kampüs sınırları içerisinde; Süs ve Tıbbi Bitkiler Botanik Bahçesi çalışmalarının tamamlandığı görülürken Spor Bilimleri Fakülte binası ve Kütüphane binası inşaatlarının halen tamamlanmadığı inşaat halinin devam ettiği dikkat çekmektedir. Üniversite çevresinde ticari ve konut kullanımlı yapılaşmaların devam ettiği söylenebilir. 2019-2023 yılları arasında kampüs gelişimi; yerleşke sınırları dışında tek yönlü olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 7 ve 8).

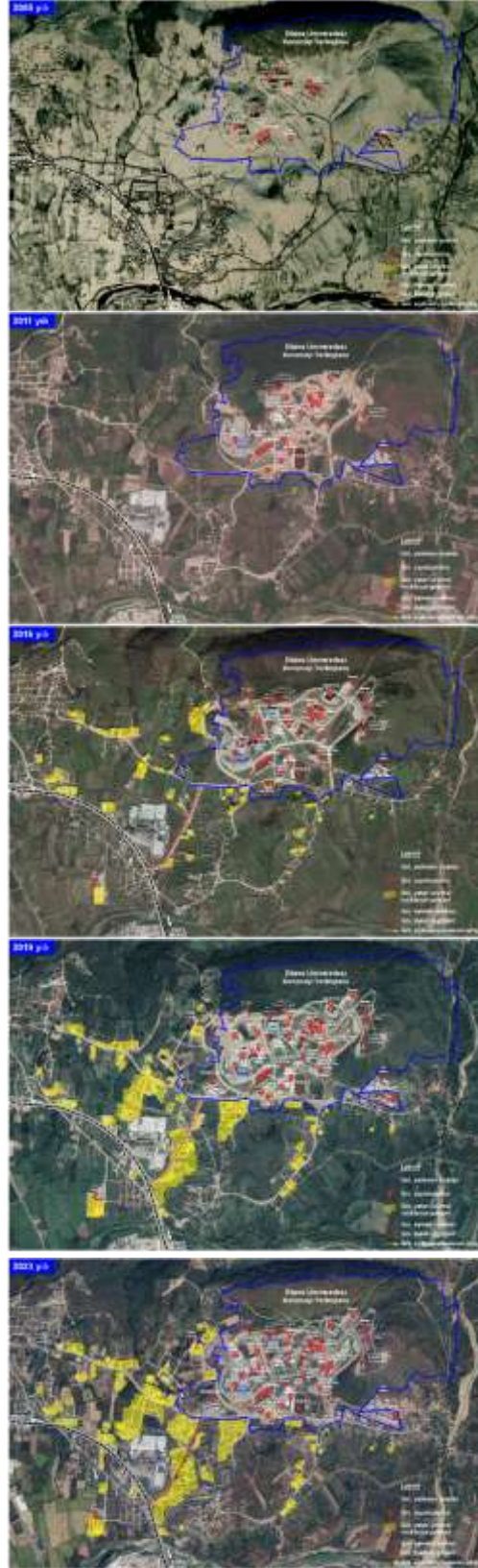
SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırma ile çok zamanlı uydu görüntüleri (Google Earth) kullanılarak araştırma alanının (Düzce Üniversitesi Konuralp Yerleşkesi) farklı dönemlerdeki mekansal genişlemesi tespit edilmiştir (Şekil 9). Düzce Üniversitesi (DÜ) Konuralp Yerleşkesi 2005-2011 yılları arasında öğrenci sayısı yaklaşık 5 bin artmış olsa da üniversite yerleşim sınırları dışında gözle görülür belirgin bir yapılaşma süreci yaşanmamıştır. Mekânsal gelişimin neredeyse tamamı bu yıllar arasında kampüs içerisinde gerçekleşmiştir. DÜ Konuralp Yerleşkesi 2011-2016 yılları arasında öğrenci sayısında yaklaşık 17 bin olmak üzere ciddi bir artış yaşanmış ve üniversite yerleşim sınırları dışında gözle görülür belirgin bir yapılaşma sürecine girilmiş, bu yıllar arasında özellikle 2014-2015 yıllarında inşaat çalışmaları hız kazanmıştır. Mekânsal gelişim üniversite yerleşim sınırları içerisinde ve yakın çevresinde gerçekleşmiştir. DÜ Konuralp Yerleşkesi 2016-2019 yılları arasında öğrenci sayısı yaklaşık 2 bin artış göstermiştir. Mekânsal gelişim üniversite yerleşim sınırları içerisinde ve yakın çevresinde gerçekleşmiştir. DÜ Konuralp Yerleşkesi 2019-2023 yılları arasında da öğrenci sayısı yaklaşık 2 bin artış göstermiştir. Bu yıllar arasında üniversite yerleşim sınırları içerisinde gözle görülür belirgin bir yapılaşma süreci yaşanmamıştır. Mekânsal gelişim üniversite yerleşim sınırları dışında, yakın çevrede gerçekleşmiştir. Bu doğrultuda Konuralp Yerleşkesi, incelenen 4 dönemde; ilk kuruluş döneminde kampüs içi mekansal gelişim şeklinde tek yönlü, 2011-2019 yılları arasındaki dönemlerde kampüs içi ve kampüs dışı mekansal gelişim olmak üzere iki yönlü ve son dönem olarak 2019-2023 yılları arasında kampüs dışı mekansal gelişim şeklinde tek yönlü bir değişim gerçekleştiği tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Düzce Üniversitesi Konuralp Yerleşkesi ve yakın çevresinin mekansal gelişimi.

		Kampüs içi mekansal gelişim	Kampüs dışı mekansal gelişim
TEK YÖNLÜ GELİŞİM	2006-2011	✓	-
İKİ YÖNLÜ GELİŞİM	2011-2016	✓	✓
	2016-2019	✓	✓
TEK YÖNLÜ GELİŞİM	2019-2023	-	✓

Bu çalışmada Google Earth Pro platformundaki yüksek çözünürlüklü görüntüler sayesinde Düzce Üniversitesi Konuralp Yerleşkesi'nin mekansal gelişim süreçleri belirlenmiştir. Bu çalışma yüksek çözünürlüklü Google Earth Pro arşiv verilerinin kampüs yerleşimlerinin mekansal gelişim süreçlerinin tespitinde kullanılabilirliğini araştırmaktadır. Google Earth verilerinin geçmişe dönük mekansal gelişimin nitelik ve niceliğinin ayrıntılı olarak değerlendirilmesinde önemli imkânlar sunduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 9. 2005-2023 yılları, 18 yıllık süre boyunca kampüs ve yakın çevresinin mekansal gelişimi.

Bilgilendirme / Teşekkür

Bu çalışma BİDEB-2218 kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenen ve devam etmekte olan 124C137 No'lu projeden üretilmiştir.

KAYNAKÇA

Düzce Üniversitesi. (2025a). Kuruluş. <https://www.duzce.edu.tr/sayfa/80e0/kurulus> (Erişim tarihi: 21 Mayıs 2025).

Düzce Üniversitesi. (2025b). Panorama. <https://panorama.duzce.edu.tr/> (Erişim Tarihi: 21 Mayıs 2025).

Erkman, U. (1990). Büyüme ve gelişme sorunları açısından üniversite kampüslerinde planlama ve tasarım sorunları, İstanbul: İTÜ Mimarlık Fakültesi.

Gökbel, E. (2021). *Kent içi üniversite kampüslerinde mekânsal potansiyellerin ve sorunların değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Güner, B. & Koçoğlu, M. (2017). Google Earth (2003-2015) Verilerine göre Elazığ kentinin alansal büyüme analizi. *Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (11), 1-15.

Larkham, P. (2000). Institutions and urban form: the example of universities. *Urban Morphology*, 4(2),63-77.

Öztürk, N. (2009). *Üniversite kampüs yapıları ve üniversite-kent ilişkisi* (Yüksek Lisans Tezi). İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ulubaba, H. İ., Kaya, Y., & Polat, N. (2024). Mera işgal alanlarının Google Earth Pro arşiv görüntüleriyle belirlenmesi: Malatya ili örneği. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 6(1), 38-46.

Yıldız, B. Y., Çil, E., & Can, I. (2015). Kampüs morfolojisi: Bir yaşam alanı olarak üniversite yerleşkelerinin analizi. *Türkiye Kentsel Morfoloji Ağı*, 368-386.

Tarihi Silüetlere Olumsuz Etki Oluşturan Müdahaleler: Uluslararası Örnekler Üzerinden Bir İnceleme

Nuray ÖZKARACA ÖZALP, Hicran Hanım HALAÇ²

¹E-mail: nuray.ozkaraca@siirt.edu.tr; Siirt Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Siirt / Türkiye. ORCID ID: 0000-0001-8041-3937

²E-mail: hhhalac@eskisehir.edu.tr; Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Eskişehir / Türkiye. ORCID ID: 0000-0001-8046-9914

Özet

Tarihi çevrelerde yaşanan silüet değişimi, genellikle değişim ve gelişim olmaktan çok sorun şeklinde ortaya çıkmaktadır. Tarihi çevrede silüete olumsuz etki oluşturan durumlar, ulusal örnekler ile sınırlı değildir. Birçok Dünya Miras Alanı (DMA) silüet sorunsalı ile statüsünü kaybetmekte veya kaybetme riski ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu çalışmada uluslararası örnekler üzerinden tarihi silüete olumsuz etki oluşturan müdahaleler incelenmektedir. Elde edilen bulgular ışığında silüet konusunda uluslararası gündem aktarılmış ve tarihi silüetlerin korunması kapsamında eleştirel bir altlık oluşturulmak amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda tarihi çevrelerde yaşanan silüet sorunlarının büyük bir bölümünün yüksek yapılaşmalardan ve silüetin üçüncü boyut etkisinin göz ardı edilmesinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak tarihi silüetlerin korunması için kapsamlı yönetim planı ihtiyacı ortaya çıkarılarak özellikle DMA alanları için artık zorunlu hale getirilen alan yönetim planlarında silüet için özelleşmiş çalışmaların da yer alması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: koruma, silüet, tarihi çevre.

Abstract

The change in the skyline in historic environments is often a problem rather than a change and development. The negative impact on the skyline in historic environments is not limited to national examples. Many World Heritage Sites (WHS) lose their status or face the risk of losing their status due to the silhouette problem. This study examines interventions that hurt the historic skyline through international examples. In the light of the findings, the international agenda on the silhouette issue is conveyed, and it aims to create a critical basis for the protection of historical silhouettes. As a result of the study, it is determined that most of the silhouette problems in historical environments are caused by high-rise constructions, and ignoring the third-dimensional effect of the silhouette. As a result, the need for a comprehensive management plan for the protection of historic skylines has been revealed, and it has been suggested that specialized studies for skylines should be included in the area management plans, which are now mandatory, especially for WHSs.

Keywords: conservation, silhouette, historic environment.

GİRİŞ

Tarihi çevrelerde yaşanan silüet değişimi, çoğu zaman değişim ve gelişim olmaktan çok sorun şeklinde ortaya çıkmaktadır. Tarihi çevrelerde silüete olumsuz etki oluşturan durumlar, ulusal örnekler ile sınırlı değildir. Birçok Dünya Miras Alanı (DMA) statüsünde olan tarihi çevreler de silüet sorunsalı ile statüsünü kaybetmekte veya kaybetme riski ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu çalışmada uluslararası örnekler üzerinden tarihi silüete olumsuz etki oluşturan müdahaleler incelenmektedir. Elde edilen bulgular ışığında silüet sorunsalı hakkında uluslararası gündemi aktarmak ve tarihi silüetlerin korunması kapsamında eleştirel bir altlık oluşturulmak amaçlanmıştır.

YÖNTEM

UNESCO (2013) Görsel bütünlükle ilgili sorunların bir Dünya Mirası varlığının Üstün Evrensel Değerini tehdit ettiği önemli vakaları 2013 yılında gerçekleştirilen “Görsel Bütünlük Üzerine Uluslararası Dünya Mirası Uzman Toplantısı” sonrası yayınlamıştır. Bildirilen vakalar, Tarihi Silüetlere Olumsuz Etki Oluşturan örnekler olarak değerlendirilerek bu çalışma kapsamında incelenmiştir. İncelen vakalar;

1. Viyana Tarihi Merkezi (Avusturya-tehdit: yüksek binalar),
2. Macao Tarihi Merkezi (Çin-tehditler: önerilen yüksek binalar),
3. Prag Tarihi Merkezi (Çek Cumhuriyeti-tehdit: yüksek binalar),
4. Bordeaux, Aydın Limanı (Fransa-tehdit: köprü inşaatı),
5. Michel Dağı ve Körfezi (Fransa-tehdit: çevresel/rüzgar türbinleri),
6. Köln Katedrali (Almanya-tehdit: yüksek bina),
7. Dresden Elbe Vadisi (Almanya-tehdit: köprü inşaatı),
8. Riga Tarihi Merkezi (Letonya-tehdit: yüksek bina),
9. Vilnius Tarihi Merkezi (Litvanya-Tehdit: Kentsel çevrenin bozulması/Yüksek binalar),
10. Sevilla, İspanya Katedrali, Alcázar ve Archivo de Indias (İspanya-tehdit: yüksek bina),
11. Santo Domingo Koloni Şehri (Dominik Cumhuriyeti-tehdit: yüksek bina) ve
12. İstanbul'un Tarihi Alanları (Türkiye-tehdit: köprü inşaatı / yüksek binalar) olarak sıralanmaktadır.

Görsel bütünlüğün öneminin tam olarak anlaşılması, temel faktörlerinin incelenmesini ve bir Dünya Mirası alanının görsel bütünlük kaybı nedeniyle Üstün Evrensel Değerini kaybetme riski altında olduğu durumların değerlendirilmesini gerektirir. Bahsi geçen alanlar, görsel bütünlükleri ve önemli manzaraların korunmasıyla ilgili önemli koruma sorunları yaşamıştır (UNESCO, 2013). Bu çalışmanın materyali yukarıda sıralanan miras alanları olup çalışmanın yöntem kurgusu bu miras alanlarına ait UNESCO web sayfasında yayınlanan koruma durum raporlarının incelenmesine dayanmaktadır.

BULGULAR

Viyana Tarihi Merkezi (Avusturya-tehdit: yüksek binalar): 2001 yılında Dünya Mirası Listesi'ne kaydedilmiştir. 2017 yılında, UNESCO, Avusturya'nın başkenti Viyana'yı tarihi dokusuna aykırı şekilde inşa edilen yüksek binalar nedeniyle "tehlikede olan dünya mirasları" arasına alınmıştır. 2017 den

beri de halen bu listede yer almaktadır. UNESCO'dan yapılan yazılı açıklamada, Avusturya'nın başkenti Viyana'da inşa edilen ve yaklaşık 66 metrenin üzerindeki yeni yapıların, şehrin kendine has özelliğini yitirmesine ve evrensel değerini kaybetmesine yol açtığı belirtilmiştir (http 1-2). 2024 yılında UNESCO'nun yayınladığı koruma durum raporlarına göre halen Viyana'nın merkezindeki yüksek katlı inşaat projelerinin mülkü etkileyen faktörler arasında yer aldığı vurgulanmaktadır (UNESCOa, 2024) (Şekil 1).



Şekil 1. Viyana Tarihi Merkezi'nde yeni yapılaşmalar (http-1)

Macao Tarihi Merkezi (Çin-tehditler: önerilen yüksek binalar): 2005 yılında Dünya Miras Listesi'ne alındıktan sonra, miras alanına potansiyel bir tehdit olarak değerlendirilen Makao'daki şehir gelişimi UNESCO tarafından kısıtlanmıştır. 2008 yılında Makao Tarihi Merkezi'nde devam eden bazı yüksek katlı binaların geliştirme projelerinin, mülkün görsel bütünlüğünü, özellikle de tarihi Guia Deniz Feneri'nin deniz seviyesinden yaklaşık 90 metre yükseklikteki konumunu etkilemesi söz konusu olmuştur. Daha sonraki yıllarda da önerilen yüksek katlı binalar görsel bütünlüğünü tehdit etmeye devam etmiştir. Tampon bölgeleri çevreleyen alanlardaki geliştirme projelerinin mülkün görsel bütünlüğü üzerindeki olası olumsuz etkileri sorununu çözdüğü iddia edilmiş olsa da Tampon bölgeleri çevreleyen alanlardaki geliştirme projelerinin mülkün görsel bütünlüğü üzerindeki olası olumsuz etkileri devam etmiştir. UNESCO'nun 2023 yılında yayınladığı mülkü etkileyen faktörler arasında Deniz Feneri'nin görsel koridorlarının bir parçası etkileyen yüksek binalar dahil; Yeni Kentsel Bölgelerde de yeni gelişmelerin potansiyel görsel etkisinin görsel bütünlüğü olumsuz etkilediği açıklanmıştır (UNESCOb, 2023) (Şekil 2).



Şekil 2. Viyana Tarihi Merkezi'nde yeni yapılaşmalar (UNESCOb, 2023).

Prag Tarihi Merkezi (Çek Cumhuriyeti-tehdit: yüksek binalar): Prag panoramasının güney ufku (Pankrac Ovası), mülkün 1992'de Dünya Mirası Listesi'ne kaydedilmesinden bu yana esasen değişmeden kalmıştır. 2008 yılı koruma durum raporunda; Pankrác Ovası'ndaki yeni yüksek katlı bina projelerine ilişkin teklif ve bunların Prag Tarihi Merkezi'nin görsel bütünlüğü üzerindeki potansiyel etkileri ele alınmıştır ve yeni yüksek binaların saçak yüksekliklerine dair sınırlamalar önerilmiştir. 2021 ve 2023 koruma durum raporlarında; Pankrác Ovası'nda yüksek katlı yapıların geliştirilmesi ve Mülk için mevcut planlama, yönetim ve koruma önlemlerinin etkili olmaması, özellikle yüksek katlı yapılar için özel düzenlemelerin olmaması mülkü olumsuz etkileyen faktörler arasında olduğu vurgulanmıştır (Şekil 3) (UNESCOc, 2023).



Şekil 3. Prag Tarihi Merkezi (UNESCOc, 2023).

Bordeaux, Ay Limanı (Fransa-tehdit: köprü inşaatı): Dünya Mirası Komitesi tarafından 2007 yılında Dünya Mirası Listesi'ne kaydedilmiştir. Ancak, çok kısa bir süre sonra, mülkün olağanüstü evrensel değerini tehdit eden; Mirasın kasıtlı olarak tahrip edilmesi ve Kara ulaşım altyapısı/köprü projesi gelişmeleri yaşanmıştır. 2010 yılı koruma durum raporunda da mirasın kasıtlı olarak tahrip edilmesi ve kara ulaşım altyapısı/köprü projesi ve konut gelişmelerinin mülkü etkileyen faktörler arasında bulunduğu vurgulanmıştır (UNESCOd, 2010).



Şekil 4. Bordeaux, Ay Limanı (UNESCOd. 2010).

Michel Dağı ve Körfezi (Fransa-tehdit: çevresel/rüzgar türbinleri): 2007 yılında Dünya Mirası Listesi'ne kaydedilmiştir. 2011 ve 2012 yılı UNESCO koruma durum raporuna göre mülkü etkileyen faktörler arasında rüzgar türbinlerinin mülkün peyzaj düzenlemesi üzerindeki potansiyel etkisi vurgulanmaktadır. Taraf devlet görsel etki değerlendirme çalışmaları (eş-görünürlük ilkesine dayalı olarak, Dağ'ın görüldüğü ve Dağ'dan görülebilen alanı tanımlar) sonrasında Rüzgar türbini yasak bölge tanımlanmıştır. 2014 yılı UNESCO koruma durum raporunda ise Rüzgar türbinlerinin mülkün peyzaj düzenlemesi üzerindeki potansiyel etkisi sorununun çözüldüğü raporlanmış ve taraf devletin özellikle rüzgar türbinlerinin etkisini ele almaya yönelik özel görsel modelleme araçlarının geliştirilmesinde kaydedilen ilerlemeden dolayı takdir etmiştir (Şekil 5) (UNESCOe. 2014).



Şekil 5. Michel Dağı (UNESCOe. 2014).

Köln Katedrali (Almanya-tehdit: yüksek bina): 1996 yılında Dünya Mirası Listesi'ne kaydedilmiştir. 2003 yılı koruma durum raporunda bir ana planın, Katedralin görüş ekseninde yer alacak birkaç yüksek katlı bina (yükseklik: 100 ila 149 m) öngördüğü vurgulanmıştır. 2004 yılı koruma durum raporunda Katedralin bir simge yapı olarak görsel bütünlüğünü bozan yüksek katlı bina projeleri aracılığıyla kentsel gelişim baskısı altında olduğu bildirilmiştir. UNESCO Dünya Mirası listesindeki Köln Katedrali'nin yakın çevresine beş yeni yüksek kule bloğu inşa edilme planları nedeniyle, katedral 2004 yılında Tehlike Altındaki DMA listesine eklenmiştir. Bu nedenle 2006 koruma durumu raporunda Mülkiyet için düzeltici önlemler; Yüksek katlı yapı projesinin durdurulması ve Nehrin her iki yakasında görsel bütünlüğün korunması da dahil olmak üzere bir tampon bölgenin açıkça belirlenmesi istenilmiştir (Şekil 6) (UNESCOf, 2025). Katedralin yakınındaki yüksek katlı bina inşa planı, yapının bütünlüğünü tehdit etmekte iken, bina

planı durdurulduktan ve bir tampon bölge oluşturulduktan sonra alan, Tehlike Altındaki DMA listesinden çıkartılmıştır (Deniz, 2012).



Şekil 6. Köln Katedrali (UNESCOf, 2025).

Dresden Elbe Vadisi (Almanya-tehdit: köprü inşaatı): Dresden kentindeki Elbe Vadisi, kentsel alanı ve doğal nehir kıyıları ve yamaçları da dahil olmak üzere doğal ve mimari değerleriyle 2004 yılında Dünya Mirası Listesi'ne alınmıştır. Ancak, 2006'da Tehlike Altındaki Dünya Mirası listesine girmiştir. 2009 yılında ise Elbe Nehri'nin üzerine yapılan, çelik Waldschloss Köprüsü inşaatı gerekçesiyle Dünya Mirası listesinden çıkarılmıştır. Mülkün Tehlike Altındaki Dünya Mirası Listesi'nden çıkarılması için köprü projenin durdurulması istenmiştir. UNESCO tarafından, kent için görsel etki çalışmasının sonuçlarını dikkate alarak çekirdek bölgedeki projeleri gecikmeden gözden geçirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (http-3).



Şekil 7. Dresden Elbe Vadisi (http-4).

Riga Tarihi Merkezi (Letonya-tehdit: yüksek bina): 1996 yılında Dünya Mirası Listesi'ne kaydedilmiştir. 2003 yılında Dünya Miras Komitesi'ne sunulan koruma konusu olarak Riga Tarihi Merkezi'nin karşı tarafında, Dünya Mirası alanının tampon bölgesinde yer alan 26 katlı inşaat projesi sonrası Taraf Devletten Dünya Mirası varlığını ve görsel bütünlüğünü korumak amacıyla inşaat projesini gözden geçirmesi talep edilmiştir. 2004 koruma durum raporunda bu sorun karşısında da taraf devlet Bina yüksekliğinin azaltıldığını ve binanın silüetinin daraltıldığını, böylece sağ kıyının şehir panoramasının görünürlüğü iyileştirildiğini bildirmiştir. Fakat 2006 koruma durum raporunda tampon bölgedeki yüksek katlı binanın, onaylı detay planında belirtilen 15 kat yerine 26 katlık ilk yüksekliğe inşa edildiği açıklanmıştır. 2007, 2008 ve 2009 koruma durum raporunda da tampon bölge içinde ve dışında yer alan yüksek katlı yapılaşma projeleri konusundaki endişeler dile getirilmiştir (Şekil 8) (UNESCOj, 2025).



Şekil 8. Riga Tarihi Merkezi (UNESCOj, 2025).

Vilnius Tarihi Merkezi (Litvanya-Tehdit: Kentsel çevrenin bozulması/Yüksek binalar): 1994 yılında Dünya Mirası Listesi'ne kaydedilmiştir. 2005 yılı koruma raporunda korunma sorunları olarak tampon bölgenin dışında, Vilnius Eski Kenti'nin karşısında yüksek katlı binaların inşasına ilişkin projeler bildirilmiştir. 2006, 2008, 2009, 2011 ve 2013 koruma durum raporlarında da Vilnius Tarihi Merkezi'nin yakınında bulunan ve sitenin görsel bütünlüğüne etki eden yüksek binalar mülkü etkileyen faktörler arasında vurgulanmıştır (Şekil 9) (UNESCOg, 2025).



Şekil 9. Vilnius Tarihi Merkezi (UNESCOg, 2025).

Sevilla, İspanya Katedrali, Alcázar ve Archivo de Indias (İspanya-tehdit: yüksek bina): 1987 yılında Dünya Mirası Listesi'ne kaydedilmiştir. Ekim 2008'de Dünya Miras Merkezi ve ICOMOS, Torre Pelli olarak bilinen yüksek bir kule (178 metre, 40 katlı) DMA yakınına inşa edilmesi planlarından haberdar edilmiştir. 2010, 2011 ve 2012 koruma durum raporuna göre Taraf Devletten, DMA'nın Olağanüstü Evrensel Değeri üzerinde olası olumsuz etkilerin önlenmesi amacıyla inşaat çalışmalarının durdurulması ve mevcut yüksek katlı bina projesinin yeniden değerlendirilmesi talebinde bulunulmuştur. 2012 ve 2013 yılı koruma durum raporunda Taraf Devletin, OUV'yi olumsuz etkileyecek daha fazla yüksek katlı binadan kaçınmak için gerekli çalışmalarda ICOMOS ile işbirliği yapması yönünde Komite talebi iletilmiştir (Şekil 10) (UNESCOh, 2025).



Şekil 10. Sevilla, İspanya Katedrali (UNESCOh, 2025).

Santo Domingo Koloni Şehri (Dominik Cumhuriyeti-tehdit: yüksek bina): 1990 yılında Dünya Mirası Listesi'ne kaydedilmiştir. 2010 koruma durum raporunda Santo Domingo Doğu Belediyesi, mülkün çevresinin korunması üzerinde esas olarak algısal bir etkiye sahip olabilecek 50 kattan daha yüksek binaların inşası onayladığı bilgisine ulaşılmıştır. 2013 koruma durum raporunda Santo Domingo Doğu'da tampon bölgenin resmi olarak kurulması ve inşaat yüksekliklerine ilişkin yönetmeliklerin onaylanması üzerine çalışmalar teşvik edilmiştir (Şekil 11) (UNESCOı, 2025).



Şekil 11. Santo Domingo Koloni Şehri (UNESCOı, 2025).

İstanbul'un Tarihi Alanları (Türkiye-tehdit: köprü inşaatı/yüksek binalar): 1985 yılında Dünya Mirası Listesi'ne kaydedilmiştir. İstanbul'un Tarihi Alanlarının görsel bütünlüğü birden fazla kez tehlikeye maruz kalmıştır (Şekil 12 ve Şekil 13). 2006 yılı koruma durum raporunda Tarihi Yarımada'nın görsel bütünlüğünü tehdit edebilecek tüm yeni büyük ölçekli kalkınma ve altyapı projelerini (Dubai Towers gibi gökdelen geliştirmeleri, Haydarpaşa'da önerilen yüksek katlı geliştirme projesi), Galataport projesini ve Haliç'in üzerine yapılacak yeni köprüyü ve Four Seasons Oteli'nin uzantı projesini gözden geçirilmesi ve uluslararası standartlara uygun etki çalışmalarının yapılması talep edilmiştir. 2009 yılı koruma durum raporunda; Haliç'in üzerine yapılması önerilen yeni metro köprüsünün potansiyel etkisi konusunda derin endişeler dile getirilmiştir. 2010 yılı koruma durum raporunda; İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nden alınan bilgiye göre, Dünya Miras Komitesi'nin kararının ardından Metro Köprüsü planlarını revize ederek 65 m'lik köprü pylonlarını Süleymaniye Camii'nin tabanına denk gelen 55 m'ye düşürdüğünü bildirilmiştir. Dünya Mirası Komitesi'nin, 55 metreye düşürülse bile yükselen kablo destekli yapının mülkün silüeti ve ortamı ile Süleymaniye Camii'nin manzarası üzerindeki önemli olumsuz etkisine ilişkin pozisyonunun çok açık

olması nedeniyle bunun önemli bir ilerleme olmadığını açıklamıştır. Ayrıca Komite, son oturumunda, Haliç'in üzerinden yeni metro köprüsünün inşaat planları konusunda önemli bir ilerleme kaydedilmemesi durumunda Tehlike Altındaki Dünya Mirası Listesi'ne kaydedilmesi olasılığını değerlendirmeyi önermiştir. 2011, 2012 ve 2013 koruma durum raporlarında Haliç köprüsü sorunları aktarılmaya devam etmiştir. 2013 yılı koruma durum raporunda Haliç Köprüsünün mühendislik tasarımının hacmi ve yüksekliği azaltılarak iyileştirilmesinin, köprü'nün tarihi bağlamı üzerindeki etkisinin bir miktar hafifletilmesini sağladığını ve tasarımı iyileştirdiği öne sürülmüştür. Ancak, metro köprüsü yine de Haliç ağzındaki en büyük yapı olacak ve su yolunun karşısına yerleştirilen yükseltilmiş hacmi, insanların mülkün Olağanüstü Evrensel Değeri'nin (OUV) yönlerini, özellikle Sinan'ın şaheseri Süleymaniye Camii gibi Tarihi Yarımada'ya doğru Haliç'e bakan manzaraları takdir etme yetenekleri üzerinde kesinlikle olumsuz bir etkiye sahip olacaktır. Haliç metro köprüsünden bu yana tüm son büyük altyapı projelerinde olduğu gibi, bu projeler için Miras Etki Değerlendirmelerinin (HIA) ve Komite ile yapılan etkileşimin ancak onay alındıktan sonra gerçekleştirilmiş olmasından kaynaklı sonraları değişiklik için yalnızca küçük fırsatlar kaldığı dile getirilmiştir.



Şekil 12. Tarihi Yarımada, Sultanahmet Camii'nin silüeti (İstanbul Alan Yönetim Başkanlığı, 2018).



Şekil 13. Santo Haliç Metro Geçiş Köprüsü ve kentsel dönüşüm (<http-5>).

SONUÇ

İncelenen 12 miras alanından 10'u halen DML yer almaktadır. Elbe Vadisi 2009 yılında DML çıkarılırken Viyana tarihi kent merkezi ise 2017 den beri geçici listede yer almaya devam etmektedir. UNESCO koruma durum raporları üzerinden gerçekleştirilen incelemenin sonucunda tarihi çevrelerde yaşanan silüet sorunlarının büyük bir bölümünün yüksek yapılaşmalardan ve silüetin üçüncü boyut etkisinin göz ardı edilmesinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak tarihi silüetlerin korunması için kapsamlı yönetim planı ihtiyacı ortaya çıkarılarak özellikle DMA alanları için artık zorunlu hale getirilen alan yönetim planlarında silüet için özelleşmiş çalışmaların da yer alması önerilmiştir. Ayrıca korunan alanlara ilişkin belirlenen tampon bölgelerinin sınırlarının tanımlanırken silüeti olumsuz etkileyebilecek alanların da tanımlanarak görsel hassasiyet bölgeleri olarak ele alınması gerekmektedir. Bu bağlamda özgün

tarihi silüetlerin koruması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için üçüncü boyutta kentsel koruma stratejilerinin geliştirmesi ve özelleşmiş silüet koruma planlarının oluşturması gerekmektedir. Bu silüet koruma planlarının da mevcut planlama kararlarına dahil edilerek net bir çerçevesinde yürütülmesi sağlanmalıdır. Aksi takdirde tarihi çevrelerdeki özgün silüetler; yeni yapılaşmaların etkisiyle geri dönüşü olmayan görsel değişimler ile kaybedilmeye devam edecektir.

Bilgilendirme

Bu çalışma birinci yazarın "Tarihi Çevrede Silüet Yönetimi İçin Bir Model Önerisi: Konuralp Örneği" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

KAYNAKÇA

- http-1. <https://marbvl.com/avusturya/viyana/viyana-konaklama-bolgeleri/>. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.
- http-2. <https://www.aa.com.tr/tr/kultur-sanat/unescodan-viyana-karari/856055>. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.
- http-3. <https://whc.unesco.org/en/soc/955/>. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.
- http-4. https://www.sabah.com.tr/galeri/dunya/unesco_dunya_miras_listesi. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.
- http-5. https://www.bbc.com/turkce/multimedya/2014/02/140214_galeri_metro_gecis. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.
- İstanbul Alan Yönetim Başkanlığı. (2018). İstanbul Tarihi Yarımada Alan Yönetim Planı. Kültür ve Turizm Bakanlığı & İBB: İstanbul.
- UNESCO World Heritage Centre, ICOMOS, ICCROM and IUCN. (2013). International World Heritage Expert Meeting on Visual Integrity, 6 to 9 March 2013 Agra, India-Background Document.
- UNESCO World Heritage Centre. (n.d.). UNESCO World Heritage Centre. <https://whc.unesco.org/>. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.
- UNESCOa. (2024). State of Conservation (SOC 2024) Historic Centre of Vienna (Austria). <https://whc.unesco.org/en/list/1033/>. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.
- UNESCOb. (2023). State of Conservation (SOC 2023) Historic Centre of Macao (China). <https://whc.unesco.org/en/list/1110/>. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.
- UNESCOc. (2023). State of Conservation (SOC 2023) Historic Centre of Prague. <https://whc.unesco.org/en/soc/4442>. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.
- UNESCOd. (2010). State of Conservation (SOC 2010) Bordeaux, Port of the Moon (France). <https://whc.unesco.org/en/soc/517>. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.
- UNESCOe (2014). State of Conservation (SOC 2014) Mont-Saint-Michel and Its Bay (France).” whc.unesco.org/en/soc/2829. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.
- UNESCOf (2025). State of Conservation (SOC) Search Cologne Cathedral. <https://whc.unesco.org/en/list/292/>. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.
- UNESCOg (2025). State of Conservation (SOC) Search Vilnius Historic Centre. https://whc.unesco.org/en/soc/?action=list&id_site=541. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.

UNESCOh (2025). State of Conservation (SOC) Search Cathedral, Alcázar and Archivo de Indias in Seville. https://whc.unesco.org/en/soc/?action=list&id_site=383. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.

UNESCOi (2025). State of Conservation (SOC) Search Colonial City of Santo Domingo. https://whc.unesco.org/en/soc/?action=list&id_site=526. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.

UNESCOj (2025). State of Conservation (SOC) Search Colonial Historic Centre of Riga. <https://whc.unesco.org/en/list/852/>. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.

UNESCOk (2025). State of Conservation (SOC) Search Colonial City of Historic Areas of Istanbul. https://whc.unesco.org/en/soc/?action=list&id_site=356. Erişim Tarihi 23 Mayıs 2025.

Otomotiv Aydınlatmasında Metalizasyon Kaplamanın Sıcaklık Dayanımına Etkisi

EFFECT OF METALLISATION COATING TO TEMPERATURE RESISTANCE IN AUTOMOTIVE LIGHTING

Samet İNCİ¹, Furkan CENGİZÖĞLU², Gökhan ESEN³

¹samet.inci @tofas.com.tr; TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. Ar-Ge merkezi,
Bursa / Türkiye.

²furkan.cengizoglu@tofas.com.tr; TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. Ar-Ge merkezi,
Bursa / Türkiye.

³gokhan.esen@partner.tofas.com.tr; TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. Ar-Ge merkezi,
Bursa / Türkiye.

Özet

Günümüzde plastik hayatımızın her alanında kullanılan bir malzeme türüdür. Bu alanlara beyaz eşya, telefon, tıp, uzay- havacılık ve otomotiv alanları örnek gösterilebilir. Özellikle otomotiv sektöründe plastik kullanımı her geçen gün artmaktadır. Plastik kullanımı otomotiv sektöründe firmalara çok büyük kazanç ve kolaylık sağlamaktadır. Plastik aracın tamponunda, iç yapısında ve aydınlatma gibi yapılarında sık kullanılmaktadır. Ama plastik malzemenin aydınlatmada kullanılması bazı sıkıntıları da beraberinde getirmiştir. Plastiğin sıcaklık dayanımı buna örnek gösterilebilir. Aydınlatma yapılarının uzun süreli kullanımında yapının içindeki sıcaklık artmakta ve plastik parçayı deforme olmaya zorlamaktadır. Plastik malzemelerin belirli bir ergime sıcaklığı vardır. Bunu artırmak ve deformasyonu engellemek için birçok yöntem kullanılmaktadır. Saç metal kullanmak, soğutucu metal blok ve özel havalandırma yöntemleri gibi çözümler örnek gösterilebilir. Sayılan yöntemlerden farklı olarak plastik parçaya kaplama yapmak bu sorunun çözümlerinden biridir. Bu çözümde plastik parçaya bir kaplama uygulanarak deforme olması engellenmekte ve ayrıca diğer yöntemlere nazaran bu yöntemi kullanmak, aydınlatma yapısının içinde alan kazanılmasını, tasarım kolaylığı, ağırlık kazancı sağlamaktadır. Bu bildiri de plastiğin otomotiv aydınlatmada kullanımı, kaplama ve plastiğin kaplama yöntemleri, otomotiv aydınlatma da kullanımı ve etkilerine değinilecektir.

Anahtar Kelimeler: Plastik, Metalizasyon, Sıcaklık Dayanımı

Abstract

Today, plastic is a type of material used in all areas of our lives. These areas include white goods, telephones, medicine, aerospace and automotive fields. Especially in the automotive sector, the use of plastic is increasing day by day. The use of plastic provides great profit and convenience to companies in the automotive sector. Plastic is frequently used in the bumper, interior structure and lighting structures of the vehicle. However, the use of plastic material in lighting has brought some problems. The temperature resistance of plastic can be given as an example. In long-term use of lighting structures, the temperature inside the structure increases and forces the plastic part to deform. Plastic materials

have a certain melting temperature. Many methods are used to increase this and prevent deformation. Solutions such as using sheet metal, cooling metal block and special ventilation methods can be given as examples. Apart from the methods mentioned, coating the plastic part is one of the solutions to this problem. In this solution, a coating is applied to the plastic part and it is prevented from deforming and also, compared to other methods, using this method provides space saving, ease of design and weight gain in the lighting structure. This article will address the use of plastics in automotive lighting, coating techniques for plastics, and their applications and effects in automotive lighting systems.

Keywords: *Plastic, Metallisation, Temperature Resistance*

1. GİRİŞ

Plastik günümüzde hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Öyle ki kullandığımız her şeyde plastik parçalar kullanılmaktadır. Bunun nedenlerine gelecek olursak; maliyet açısında uygunluğu, kolay şekil verilebilmesi, tasarım kolaylığı ve ağırlık azaltmak için uygun olması gibi birçok neden sayılabilir. Plastik birçok alanda fazlasıyla kullanılmaktadır. Bu alanlardan biri de otomotiv sektörüdür. Aracın tamponundan, iç kısımlarına ve aydınlatma elemanlarına kadar birçok bölgesi plastik olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin aydınlatma elemanlarında yani farlarda önceden cam lens kullanılırken şimdi özel plastikler kullanılmaktadır. Bu durum daha fazla tasarım özgürlüğü sağlamakta, araç ağırlığını azaltmakta, buna bağlı olarak yakıt tüketimini düşürmekte ve maliyetleri azaltmaktadır. Bu yararlarla birlikte ayrıca plastiğin aydınlatma kullanılması bazı problemlere de yol açmaktadır. Bu problemlerden biri termal dayanımdır. Aydınlatma elemanları uzun süreli kullanımda ısınmakta ve ortamın sıcaklığını arttırmaktadır. Bu durumda plastik parçalarda deformasyona neden olmaktadır. Ayrıca plastik parçaların yansıtma özellikleri çok iyi değildir. Belirtilen problemleri çözmek için plastik parçalara metal kaplama yapılmaktadır. Bu sayede plastiğin sıcaklık dayanımı artarken yansıtma problemlerini ortadan kaldırmakta ve iyileştirmektedir.

1.1. Plastiğin Aydınlatmada Kullanımı

Plastik kullanımı gelişen teknoloji ile her geçen gün artmaktadır. Plastik lensler, muhafazalar, ara çerçeveler, iç estetik parçalarda plastiğin kullanımı hem performans hemde tasarım esnekliği sağladığı için oldukça yaygınlaşmaktadır. Örnek olarak geçmişte far lensleri camdan üretilirken şu an polikarbonat malzeme kullanılmaktadır. Bu durumda ürün ağırlığı azalarak otomobilin toplam ağırlığını da azaltır, azalan toplam ağırlıkla birlikte aracın yakıt verimliliği artarken, CO₂ emisyon salınımının azaltılmasını sağlar. Plastik malzemelerin otomotiv parçalarında kullanım alanının genişlemesi, tasarımsal sınırları esneterek geçmişe kıyasla daha yenilikçi ve fütüristik formların uygulanabilmesine olanak tanımıştır.

Aydınlatmada plastiğin kullanılmasının sebeplerini maddeler halinde sıralarsak;

- Plastik kullanımı ağırlık azaltılmasında fayda sağlar
- Üretim maliyetlerini düşürmeye fayda sağlar
- Daha özgün ve esnek tasarımların ortaya çıkarılmasında avantajı vardır.

1.2. Sıcaklığa Dayanım Neden Önemlidir?

Aydınlatma parçalarında ortaya çıkan ısı değerleri regülasyonda bulunan kısıtlara göre değişmektedir. Bunun yanı sıra parçalar regülasyonlara uygun olarak üretilmesiyle beraber tüketicinin de beğeni algısına hitap edebilmelidir. Bu durumlara göre farklı teknolojiler kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak; halojen, xenon, LED, OLED ve laser verilebilir. Bu yapılara göre optik yapılar da farklı konseptlerde kullanılabilmektedir. Özellikle regülasyona tabii olan aydınlatma parçalarında fonksiyonlara bağlı değişmekle beraber uzun süre aktif kalmasından dolayı parça içerisinde sıcaklık artışı olmaktadır. Bu durumda kullanılan plastik parçaların bu sıcaklık artışına karşı direnç göstererek herhangi bir fonksiyonelliği etkilememesi gerekmektedir.

1.3. Sıcaklığı Azaltmak İçin Kullanılan Yöntemler

Yüksek ısı şiddeti gerektiren fonksiyonlardan kaynaklı ortaya çıkan sıcaklık sebebiyle plastik malzemenin deforme olmasını engellemek amacıyla ısı kalkan saçları, soğutucu metal bloklar kullanılmaktadır. Bunun yanında parça içerisinde ortaya çıkan ısıyı parça dışına atmak ve kondens probleminin oluşmasını engellemek amacıyla hava akışını sağlamak için havalandırma elemanları kullanılmaktadır. Bu gibi yöntemlerin kullanılması parça maliyetini arttırmaktadır. Dolayısıyla farklı alternatif ve daha uygun maliyetli çözümlerin kullanılması rekabetçi ürünlerin ortaya çıkarılmasına fayda sağlamaktadır. Plastik hammaddelerin tiplerine ve sınıflarına göre sıcaklığa karşı dayanımı değişmektedir. Buna göre de yüksek sıcaklığa karşı direnci olan plastik hammaddelerin maliyetinin yüksek olması sebebiyle plastik parça maliyeti de artmaktadır. Bu durumda farklı bir çözüm yaklaşımı olarak plastik parçalarda daha üst bir seviye hammadde kullanmak yerine sıcaklık dayanımını arttırmak için plastik parçaya metalizasyon uygulaması yapılabilir.

1.4. Kaplama Nedir?

Kaplama, bir nesnenin yüzeyine uygulanan ince bir tabaka veya katmandır. Bu tabaka, farklı amaçlara hizmet edebilmektedir, örnek vermek gerekirse; koruma, dekorasyon, dayanıklılık, elektriksel iletkenlik veya yalıtım gibi özellikleri artırabilmektedir. Ayrıca plastik gibi malzemelere termal dayanımda sağlayabilmektedir. Kaplamalar, genellikle sıvı veya toz formunda olan bir malzeme kullanılarak nesnenin yüzeyine uygulanmaktadır.

1.5. Plastik Kaplama Yöntemleri

Plastik parçalar hem estetik hem de mekanik amaçlar için bir metalleştirme işleminde metalle kaplanabilir. Görsel olarak, metal kaplanmış olan plastik parçası, parlaklığı ve yansıtıcılığı artmış olur. Aşınma direnci ve elektrik iletkenliği gibi plastiğin doğuştan gelen özellikleri olmayan diğer özellikler genellikle metalleştirme yoluyla elde edilmektedir [1]. Ayrıca termal olarak dayanımı da artmaktadır.

- 1. Akımsız Kaplama:** İlk olarak, plastiğin yüzeyi oksitleyici bir solüsyon kullanılarak kazınır. Yüzey, oksitleyici çözeltinin bir sonucu olarak hidrojen bağına aşırı derecede duyarlı hale geldiğinden, tipik olarak kaplama uygulaması sırasında artar. Kaplama, plastik bileşen (aşındırma sonrası) metalik (nikel veya bakır) iyonları içeren bir çözeltiye daldırıldığında meydana gelir ve bunlar daha sonra plastik yüzeye metalik bir kaplama olarak bağlanır [1].
- 2. Buhar Birikimi (Vakum Metalleştirme):** Kaplama yapılacak plastik bileşen yıkanır ve bir baz kaplama ile kaplanır, böylece metal katman pürüzsüz ve üniform olur. Daha sonra, bir metal bir vakum odasında buharlaştırılır. Buhar daha sonra alt tabakanın yüzeyinde yoğunlaşarak ince bir

metal kaplama tabakası bırakır. Bu süreç, oksitlemeyi engellemek için bütün proses boyunca vakum odasında gerçekleşir [1].

3. **İletken Boya:** İletken boya, kaplamanın elektriksel olarak iletken olmasını sağlayan iletken metal malzemeler içeren bir boyadır. Bu gerçek bir metal kaplama değildir, ancak diğer metal kaplama yöntemlerinin çoğundan daha ucuz ve yapılması kolaydır ve bazı uygulamalar için uygulanabilir. Bu durumda, kaplama estetik değildir, sadece işlevsel olarak iletkendir. İletken boya genellikle gümüş veya platinden yapılır [3].
4. **Elektrolitik (Galvanik) Kaplama:** Elektrolitik metal kaplama, metalik veya metalik olmayan bir malzeme yüzeyine elektro-kimyasal metotlarla metalik film oluşturulmasıdır [5]. Plastik yüzeye önce akımsız veya iletken boya ile iletkenlik sağlandıktan sonra, metal iyonlarının elektrik akımı ile çökertilmesiyle yapılan bir prosestir. Bu yöntem, plastik yüzeylere çinko, nikel, krom gibi metalleri kaplayarak korozyon direnci, estetik ve dayanıklılık sağlar.
5. **Sıcak Daldırma:** Plastik yüzeye önce iletkenlik sağlandıktan sonra, metalin erimiş halinin banyosu içine daldırarak yapılan bir kaplama işlemidir. Bu yöntem, plastik yüzeylere çinko veya alüminyum gibi metalleri kaplayarak korozyon direncinin artması sağlanmaktadır.
6. **Ark ve Alev Püskürtme:** Temel alev püskürtmede, alt tabaka üzerine bir metalik kaplama tabakası püskürtmek için elde tutulan bir cihaz kullanılır. Metalik bir toz, oksijen ve gaz yakıtlı bir yanma alevi ile ısıtılır ve eritilir. Karışım hızlandırılır ve plastik bileşeni kaplayan bir spreyci olarak salınır. Bu metalleştirme yöntemi, yüksek bir biriktirme oranına ve kalın, dayanıklı kaplamalara sahiptir, ancak gözenekli ve pürüzlü sonuçlar üretme eğilimindedir. Alev püskürtme, metalize kaplamaları belirli bir alana uygulamak için kullanılabilir; bu, karmaşık veya alışılmadık şekilli parçalarla çalışırken faydalıdır. Ark püskürtme, özünde alev püskürtmedir, ancak farklı bir güç kaynağına sahiptir. Bir yanma alevine bağlı olmak yerine, ark püskürtme enerjisini bir elektrik arkından alır [4].
7. **Spreyci Kaplama:** Metal kaplama malzemesi, spreyci tabancası veya püskürtme cihazı kullanılarak plastik yüzeye püskürtülür. Plastik parçalar, düzgün bir şekilde temizlenir ve astarlanır. Spreyci kaplama, ince bir metal kaplama tabakası oluşturur. Kaplama kalınlığı ve uygulama yöntemi kontrol edilerek istenen kaplama kalitesi sağlanır.
8. **Folyo Kaplama:** Metal kaplama için kullanılacak olan malzeme, özel bir folyo şekline getirilerek plastik yüzeylere yapıştırılır. Folyo, plastik yüzeye uygulandıktan sonra ısı ve basınç uygulanarak yapışması sağlanır. Metal folyo, plastik yüzeyde bir metal kaplama tabakası oluşturur. Bu yöntem, ince ve hassas kaplamalar için kullanışlıdır.

1.6. Otomotiv Aydınlatmada Genel Olarak Kullanılan Kaplama Yöntemi

Bir önceki maddede belirtilen kaplama yöntemlerinden buhar birikimi (vakum metalleştirme) otomotiv aydınlatma sektöründe kullanılan en yaygın yöntemdir. Bu kısımda bu yöntem hakkında daha detaylı bilgiler verilecektir.

Vakumlu metalleştirme plastiği, bir alt tabaka üzerinde, genellikle başka bir malzemedan bir metal tabakası oluşturmanıza izin veren bir işlemdir. Bu yöntem, metal kaplama malzemesinin bir vakum odası içinde buharlaşana kadar ısıtılmasını içerir. Şekil 1’de vakum odasının şematik görselini gösterilmektedir.



Şekil 16 Vakum Odası Şematik Gösterimi [2]

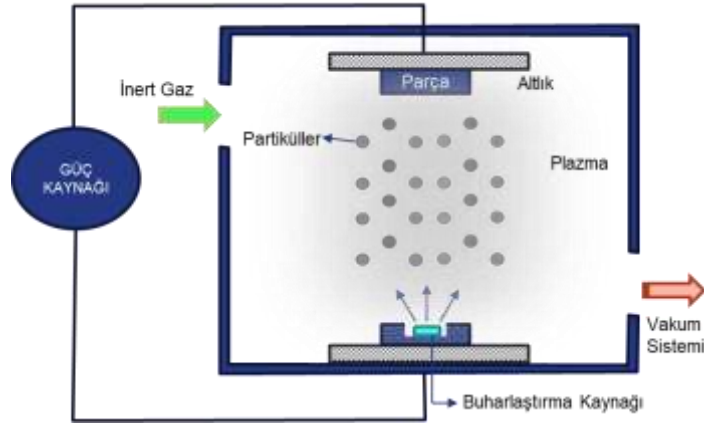
Metalin buharlaşması, yaklaşık 1500°C'de yüksek vakum altında kapalı bir odadaki bir ısıtma kaynağına bir metal telin beslenmesiyle gerçekleşir. Vakum odasındaki basınç eksikliği, metal parçaların kaynama noktasını düşürür, bu da sıvı metalin yoğunlaştırılmış fazdan gaz fazına geçmesini sağlamaktadır [7]. Bu, metal buharının yoğunlaşmasını ve seçtiğiniz bir alt tabakanın (plastik parçanın) üstünde bir tabaka oluşturmasını sağlar. İşlem, plazma ışınları, dirençli ısıtma ve elektron ışınları dahil olmak üzere çeşitli ısıtma yöntemlerini kullanabilir. Kaplama işleminin sonucu, kalınlığı tek bir atomdan birkaç milimetreye kadar değişebilen bir metal katmandır [6].

Vakum metalizasyonun en büyük ölçekli uygulamalarından biri optik kaplamadır. Otomotiv endüstrisindeki far reflektörlerinin çoğu, iyi yansıtıcılığı, gümüşü parlaklığı, yüksek aderansı ve düşük fiyatı nedeniyle seçilen yansıtıcı bir Al kaplama ile kaplanmıştır [2].

Buhar biriktirmenin (vakum metalizasyonu) iki farklı yöntemi vardır. Bunlar fiziksel ve kimyasal buhar biriktirme yöntemleridir.

A) Fiziksel Buhar Biriktirme (Termal buharlaşma)

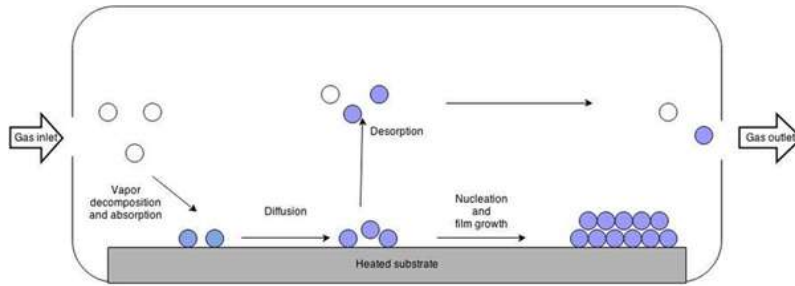
Vakumlu kaplama işlemi, kaplama malzemesini ısıtır ve buharlaşmasını sağlar. Buharlaşan molekülleri plastik yüzeyleri kaplamak için kullanıyoruz. Yüzeyde biriken parçacıklar bir kaplama tabakası oluşturur [8]. Şekil 2 bu yöntemi şematik olarak anlatan görseldir.



Şekil 17 Fiziksel Buhar Biriktirme Şematik Görsel [11]

B) Kimyasal Buhar Biriktirme (Püskürtme)

İnert gaz vakumla doldurulur. Ardından, vakumdan yüksek voltajlı bir akım geçiriyoruz. Bu nedenle, metal katman, plastik substrat ile metal hedef arasında eklenir. Kızdırma deşarjı, inert gaz üreten plazmayı harekete geçiren elektronlar oluşturur. Üretilen plazma, metal hedeften atomları koparır. Parçalanmış metal atomları daha sonra plastik alt tabaka üzerinde biriktirilir [8]. Şekil 3 bu yöntemi şematik olarak anlatan görseldir.



Şekil 18 Kimyasal Buhar Biriktirme Şematik Görseli [10]

Bu vakum metalleştirme prosesi birçok aşamadan oluşur ve bu aşamalar iki tür içinde aynıdır. Bunları şu şekilde;

1. Özel Armatürler ve Parçaların Sıkıştırılması
2. Astar Uygulaması
3. Vakum Metalleştirme
4. Üst Kat Uygulama
5. Kalite Denetimi olarak 5 aşamada sıralanabilmektedir.

Bu aşamaları sırasıyla detaylı bir şekilde anlatılacak olursa;

İlk olarak kaplama işleminden max verim, maliyet ve kalite kontrolü ve en iyi kaplama sonucu elde etmek için kaplama yapılacak parçaları sabitlemek amacıyla özel şablonlar ve fikstürler kullanılmaktadır. Bu fikstürler Şekil 4’te gösterildiği gibidir.



Şekil 19 Sabitlemek İçin Kullanılacak Fikstürler [9]

Kaplama öncesinde parçalara özel bir astar uygulanmaktadır. Parçalar fikstürlere sabitlenir ve yapışma ile aşınma direncini artırmak amacıyla astarın sertleşmesini sağlayacak bir püskürtme işlemi gerçekleştirilir. Bu işlem aynı zamanda metalizasyon için pürüzsüz bir yüzey oluşturur. Sertleşme sonrası parçalar fırına yerleştirilir. Son olarak, fikstürler vakum odasındaki döner tabla üzerine konumlandırılır. Şekil 5’te vakum odası görülmektedir.



Şekil 20 Vakum odası [9]

Vakum odasının kullanılma nedeni oksidasyonu engellemektir. Metali (alüminyum tel otomotiv aydınaltmasında yaygın olarak kullanılmaktadır) buharlaştırmak için bir filament kullanılıp, parçaya bağlanmak üzere bir buhar bulutu oluşturulur. Fikstürler parçanın kaplaması için metal buharıyla dolu vakum odasının içinde döndürülmeye başlanır. Döndürme metalizasyon işlemi bitene kadar devam eder. Kaplama işlemi bitince fikstür vakum odasından çıkartılır. Her zaman gerekli görülme de kaplama

yapılmış parçaya üst bir kaplama yapılabilir. Bu işlem kaplamanın kalitesini iyileştirir, artırır. En son olarak kalite kontrol yapılır. Kaplama istenilen düzeyde olup olmadığı kontrol edilir.

Bu yöntemi kullanmanın avantajlarına ve dezavantajlarına gelinecek olursa;

Avantajları

1. Maliyeti düşürürken plastik parçaların estetik çekiciliğini sağlar. Bu sayede hem ekonomik üretim yapılabilir hem de yüksek kaliteli, metalik görünümlü yüzeyler elde edilir.
2. Çevre dostu bir yüzey işlemi olarak, neredeyse tamamen metal buharının havaya salınmadığı bir vakum odasında gerçekleştirilir. Böylece hem iş güvenliği sağlanır hem de çevreye zarar veren emisyonlar minimuma indirilir.
3. Alüminyum gibi düşük maliyetli ve yüksek yansıtma özelliklerine sahip metaller kullanılabilir. Bu durum, özellikle aydınlatma performansının önemli olduğu otomotiv parçalarında maliyet/performans dengesini optimize eder.
4. Krom kaplama gibi diğer işlemlerden daha güvenlidir [7]. Ağır metal içerikli kimyasalların kullanılmaması, üretim sürecinde çalışan sağlığını korur ve çevresel riskleri azaltır.
5. Vakumlu metalleştirme (özellikle alüminize etme), otomobiller için reflektörler gibi çeşitli optik aydınlatma parçaları için yaygın olarak kullanılır. Çünkü bu yöntemle elde edilen yüzeyler yüksek yansıtıcılığa ve düzgünlüğe sahiptir, bu da optik performansı artırır.
6. Diğer metal kaplama formlarından daha yüksek düzeyde esneklik sunar. Bu sayede farklı şekil ve boyutlardaki karmaşık parçalar kolaylıkla kaplanabilir.

Dezavantajları

1. Çizilme ve aşınma hassasiyeti taşır. Oluşan metal tabaka son derece incedir (genellikle mikron seviyesinde) ve bu nedenle çizilmeye karşı duyarlıdır. Bu durum, uygulama sonrasında genellikle koruyucu vernik kaplamasının yapılmasını gerektirir.
2. Yüksek ekipman ve enerji maliyeti gerektirir. Vakum odası, buharlaştırıcı sistemler ve enerji tüketimi oldukça yüksektir. İlk yatırım maliyetleri ve bakım giderleri, diğer yöntemlere kıyasla daha fazladır.
3. Karmaşık parça şekillerinde zor homojen kaplama yapılması. Vakumlu metalizasyon kaplama, "görüş alanı" prensibiyle çalışmakta olup, kaplama işlemi doğrudan görüş alanı üzerinden gerçekleştirilmektedir. Derin girintili veya çok açılı parçalar, homojen biçimde kaplanamayabilir ve bu da gölgelenme alanlarının oluşmasına sebep olabilir.
4. Yüzey hazırlığına duyarlılık gösterilmesi gerektirir. Kaplama öncesinde yüzeyin pürüzsüz, tozsuz ve temiz olması gerekmektedir. Aksi takdirde, metal yapılamaz, bu da soyulma veya dalgalı kaplama yüzeylerinin meydana gelmesine yol açabilir.
5. Üretim süreleri uzun ve parti süreçlidir. Her üretim döngüsü; parçaların yerleştirilmesi, vakum oluşturulması, kaplama ve soğutma gibi aşamaları içermektedir. Bu durum, seri üretim hızının düşmesine yol açabilir.
6. Çevresel ve sağlık riskleri dikkate alınmalıdır. Kullanılan bazı maddeler (örneğin, alüminyum buharı ve solvent bazlı vernikler), hem insan sağlığına hem de çevreye zararlı olabilir. Uygun havalandırma ve atık yönetimi sistemlerinin kurulması gerekmektedir.

1.7.Metalizasyon Kaplamanın Tasarım Trendlerine Etkisi

Metalik kaplamalar, son zamanlarda yeni teknolojik sürüş teknolojileriyle birlikte daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır. Bu metalizasyon kapmaları aynı zamanda sadece aydınlatmada yansıtma özelliği olarak kullanılmasının yanı sıra hem de markanın kimliğini yansıtan bir unsur haline gelmiştir. Bu sayede araç tasarımlarında fütüristik tasarımların ortaya çıkarılmasına imkan sağlamaktadır. Bu sebeple, otomotiv üreticileri metalizasyon kaplamaların termal performansını ve dayanıklılığını da dikkate alarak, daha verimli, güvenli ve uzun ömürlü aydınlatma sistemlerini ortaya çıkarılmasını sağlamaktadırlar. Bu gelişmeler hem kullanıcı deneyimini hem de çevresel sürdürülebilirliği artırmaya fırsat sağlamaktadır.

2.Sonuç

Plastiğin otomotiv endüstrisindeki kullanımı, teknolojinin ilerlemesiyle hız kazanmış ve özellikle aydınlatma parçalarında önemli avantajlar sağlamıştır. Plastik malzemeler, düşük maliyet, tasarım esnekliği ve ağırlık azaltma gibi pek çok olumlu özellik sunmasının yanında, yüksek sıcaklık dayanımı ve yansıtma sorunları gibi bazı zorluklarla da karşılaşmaktadır. Bu zorlukların çözümü açısından plastik parçalara uygulanan metal kaplama yöntemleri, önemli bir çözüm olarak değer kazanmaktadır.

Vakum metalleştirme gibi gelişmiş kaplama teknikleri, plastiğin termal dayanımını artırmasıyla beraber aynı zamanda estetik ve işlevsel avantajlar da ortaya çıkarmaktadır. Özellikle otomotiv aydınlatmasında, bu kaplama yöntemleri sayesinde ışık yansıtma özellikleri gelişmiş ve tasarım özgürlüğü artmıştır.

Gelecekte, metalizasyon kaplamaların daha çevre dostu ve ekonomik alternatiflerle birleşmesi, otomotiv tasarımında daha sürdürülebilir ve verimli çözümlerin ortaya çıkarılmasına fırsat sağlamaktadır. Otomotiv endüstrisi, bu tür teknolojik ilerlemeleri kullanarak hem estetik açıdan çekici hem de yüksek performanslı aydınlatma sistemleri ortaya çıkarmaya fayda sağlayacaktır. Bu süreç, araçların güvenliğini ve çevresel sürdürülebilirliğini artırarak, kullanıcı deneyimini ve otomotiv tasarımını her geçen gün ileriye taşımaktadır.

3.KAYNAKÇA

- [1]<https://www.thomasnet.com/articles/custom-manufacturing-fabricating/how-to-metalize-plastic/#:~:text=To%20metalize%20a%20piece%20of,the%20surface%20of%20the%20substrate.>
- [2] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264127522005809#s0075>
- [3] <https://tr.science19.com/metal-coating-method-on-plastic-8556>
- [4] <https://www.deepcoat.com/what-to-know-about-metalizing-plastic/>
- [5][ELEKTRO KAPLAMA \(ELECTRO-COATING\).pdf \(btu.edu.tr\)](#)
- [6] <https://www.vacuum-metalizing.com/what-is-vacuum-metalizing/>
- [7] <https://www.atlaskesimcnc.com/vakum-metalleştirme-nedir>

- [8] <https://www.linkedin.com/pulse/understanding-vacuum-metalizing-process-applications-jenny->
- [9] <https://www.industrialheating.com/articles/93505-physical-vapor-deposition-and-vacuum-metalizing>
- [10] <https://waykenrm.com/blogs/vacuum-metalizing/>
- [11] <https://acikerisim.sakarya.edu.tr/bitstream/handle/20.500.12619/79495/T08673.pdf?sequence=1>

Fren NVH Testlerinde Uygulama Uyumunun Değerlendirilmesi ve Gürültüye Etkili Performans Göstergelerinin Belirlenmesine Yönelik İstatistiksel Yaklaşım

Gencay GÜLHAN¹, Ramadan SONCU²

¹E-mail: gencay.gulhan@tofas.com.tr, TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası AŞ., Bursa / Türkiye.

²E-mail: ramadan.soncu@tofas.com.tr, TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası AŞ., Bursa / Türkiye.

Özet

Bu çalışma, araç fren sistemlerinde yürütülen NVH (Gürültü, Titreşim ve Sertlik) testlerinin uygulama doğruluğunu değerlendirmek ve gürültü oluşumuna etki eden temel performans göstergelerini belirlemek amacıyla geliştirilmiş istatistiksel bir analiz modelini sunmaktadır. Geliştirilen yöntem, büyük hacimli test verilerini, senaryo tanımları ve sürüş manevraları üzerinden değerlendirilerek uygulama uyumunu nicel olarak ölçmektedir. Otomasyon temelli veri işleme araçları ile desteklenen bu yaklaşım, doğrulama süreçlerinde hız ve tutarlılık sağlamaktadır. Elde edilen sonuçlar, test kalitesinin iyileştirilmesine katkı sunarken, fren gürültüsüne etki eden kritik değişkenlerin sistematik biçimde tanımlanmasına da imkân tanımaktadır. Bu yönüyle çalışma, hem ürün geliştirme döngüsünde hem de NVH mühendisliği süreçlerinde karar destek aracı olarak kullanılabilecek yenilikçi bir altyapı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fren NVH, Veri Analizi, Performans Göstergeleri, Test Doğrulama, Test Uyumluluğu

Abstract

This study presents a statistical analysis framework developed to assess the procedural compliance of brake NVH (Noise, Vibration, and Harshness) tests and to identify key performance indicators (KPIs) associated with noise generation. The proposed methodology systematically analyzes large-scale test data by quantifying scenario accuracy and driving maneuver consistency. Supported by automation-based data processing tools, the model ensures speed and consistency in validation processes. The findings contribute to improving the quality of test execution and enable the identification of noise-sensitive parameters in a structured manner. This approach offers a novel foundation that can serve as a decision-support mechanism in both product development and NVH engineering workflows.

Keywords: Brake NVH, Data Analysis, Key Performance Indicators, Test Validation, Test Compliance

GİRİŞ

Otomotiv endüstrisinde fren sistemlerinin akustik performansı, müşteri memnuniyeti ve ürün kalitesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Kinkaïd vd. (2003), fren gürültüsünün otomotiv endüstrisindeki en karmaşık NVH problemlerinden biri olduğunu ve müşteri şikayetlerinin önemli bir kısmını oluşturduğunu belirtmektedir. Fren sesi, fren sistemindeki etkileşimler sonucu oluşan ve genellikle 100 Hz – 15000 Hz frekans aralığında ortaya çıkan mekanik kaynaklı akustik çıktılardır. Bu sesler, balata-disk veya balata-kampana arasındaki dinamik temas koşullarının birer fonksiyonu olup son kullanıcı tarafından duyularak kalite algısının düşmesine neden olmaktadır.

Fren gürültüsü konusundaki araştırmalar, 1960'lerden günümüze kadar geniş bir spektrumda ele alınmıştır. Ouyang vd. (2005), fren gürültüsünün temel mekanizmalarını detaylı olarak incelemiş ve sürtünme kaynaklı titreşimlerin gürültü oluşumundaki rolünü açıklamıştır.

Fren Gürültüsü Türleri ve Mekanizmaları: Akay (2002), fren gürültüsünü frekans aralıklarına göre sınıflandırarak, düşük frekanslı (0-1 kHz) groan tipi gürültüler, orta frekanslı (1-5 kHz) moan tipi sesler ve yüksek frekanslı (5-20 kHz) squeal tipi çığlık seslerinin farklı mekanizmalardan kaynaklandığını ortaya koymuştur.

Eriksson ve Jacobson (2000), yüksek frekanslı fren gürültüsünün (squeal) modal çakışma teorisi ile açıklanabileceğini ve balata-disk sisteminin doğal frekanslarının eşleşmesi durumunda kararsız titreşimlerin meydana geldiğini göstermişlerdir.

Test Metodolojileri ve Standardizasyon: SAE J2521 standardı, fren gürültüsü testlerinin standardizasyonu için kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Ancak, Fieldhouse ve Newcomb (2006), mevcut test prosedürlerinin gerçek sürüş koşullarını tam yansıtmadığını ve test sonuçlarının tekrarlanabilirliğinde sorunlar olduğunu belirtmişlerdir.

Chen vd. (2007), fren testlerinde çevresel faktörlerin (sıcaklık, nem, rüzgar) test sonuçları üzerindeki etkisini incelemiş ve bu parametrelerin standardize edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Veri Analizi ve İstatistiksel Yaklaşımlar: Lee ve Singh (2010), büyük veri setlerinin analizinde istatistiksel yöntemlerin kullanımının önemini vurgulayarak, fren performans parametrelerinin çok değişkenli analiz teknikleri ile değerlendirilmesini önermişlerdir.

Papinniemi vd. (2002), fren gürültüsü testlerinde otomasyon ve veri işleme teknolojilerinin kullanımının, test tutarlılığını artırdığını ve insan hatasını minimize ettiğini göstermişlerdir.

Güncel Gelişmeler: Son yıllarda, yapay zeka ve makine öğrenmesi teknolojilerinin fren gürültüsü analizinde kullanımı artmıştır. Zhang vd. (2019), sinir ağları kullanarak fren gürültüsü tahmini yapan bir model geliştirmiştir.

Araştırmanın Motivasyonu ve Amacı

Bu çalışmanın amacı, fren NVH testlerinin uygulama uyumunu nicel olarak değerlendiren ve gürültü oluşumuna etki eden temel parametreleri sistematik olarak belirleyen istatistiksel bir analiz modeli geliştirmektir. Böylece hem test kalitesinin artırılması hem de ürün geliştirme süreçlerinin desteklenmesi hedeflenmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Fren NVH Test Süreci

Fren NVH testleri üç ana aşamada gerçekleştirilmektedir:

Araç Test Hazırlığı:

- Veri toplama sistemi kurulumu
- Günlük ağırlık kontrolü
- Mesafe ve hız sensörlerinin montajı
- Termokuplların yerleştirilmesi
- Basınç sensörlerinin bağlanması
- Ortam sıcaklığı ve nem ölçümü sensörlerinin montajı
- İvme ölçerlerin montajı
- Kabin mikrofonunun yerleştirilmesi
- Her tekere mikrofon konumlandırılması

Ölçüm Aşaması: Fren NVH testlerinde tanımlı sürüş rotalarında hız, ivme, sıcaklık ve ses seviyesi veri toplama sistemleri aracılığıyla kaydedilmektedir. Her frenleme anında aşağıdaki parametreler ölçülmektedir:

- Kabin ve tekerlek mikrofon kayıtları
- Gürültü frekansı ve desibel değerleri
- Araç hızı (fren öncesi ve sonrası)
- Frenleme ivmesi
- Sıcaklık değerleri
- Ön ve arka fren basınçları
- Ortam sıcaklığı ve bağıl nem

Raporlama Aşaması:

- Araç tipi ve model kayıtları
- Test numarası ve tarih bilgileri
- Ön ve arka balata durum kontrolleri
- Ses seviyesi frekans grafikleri
- Gürültü dağılım analizleri
- Ölçüm sonuç raporları

Veri Analiz Metodolojisi

Geliştirilen analiz sistemi, ham test verilerinin otomatik işlenmesi ve değerlendirilmesi için VBA makro tabanlı bir yapı kullanmaktadır. Analiz akış şeması aşağıdaki adımları içermektedir:

- **Ham Veri Kontrolü:** Test raporlarından alınan ham verilerin analiz uygunluk kontrolü
- **Veri Zenginleştirme:** Ek verilerin (günlük ağırlıklar, araç segmenti) eklenmesi
- **Parametrik Hesaplamalar:**
 - Fren enerjisi ve gücü hesaplamaları
 - Kilometre başına fren parametrelerinin belirlenmesi
 - Kümülatif fren performans göstergelerinin hesaplanması

- Tekerlek kaynaklı gürültü analizleri
- **İstatistiksel Analiz:** 2-Sigma ve medyan değerlerine göre limit tanımlamaları
- **Görselleştirme:** Minitab programı ile scatter plot, histogram ve box plot analizleri

Fren Gürültüsüne Etki Eden Parametreler

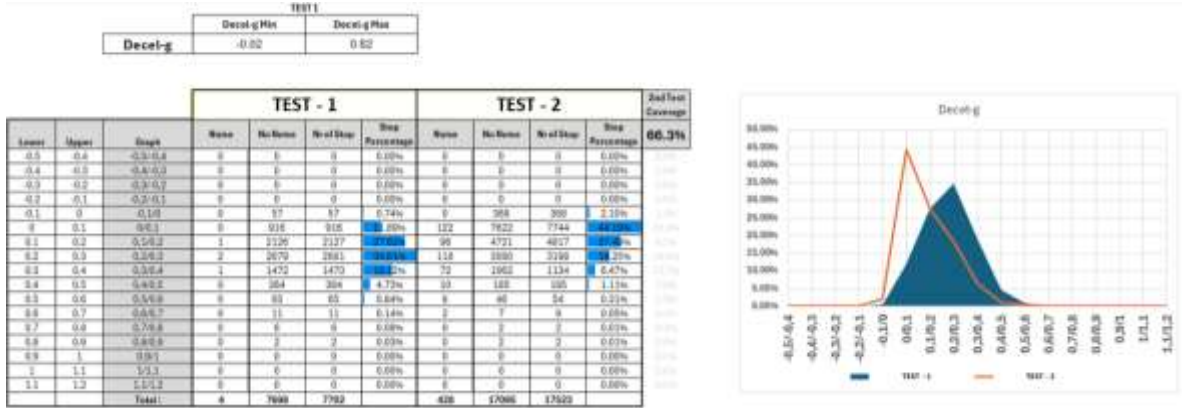
Fren sistemlerinde oluşan gürültü, birçok fiziksel, çevresel ve operasyonel faktörün etkileşimiyle ortaya çıkan karmaşık bir olgudur. Bu çalışma kapsamında, deneysel gözlemler ve mühendislik yaklaşımları temel alınarak fren gürültüsüne etki eden dokuz temel parametre tanımlanmıştır:

- **Toplam Frenleme Gücü ve Enerjisi:** Frenleme sırasında uygulanan kuvvetin büyüklüğü ve bu kuvvetin frenleme süresi boyunca oluşturduğu enerji miktarı, balata ve disk arasında oluşan ısınma seviyesini doğrudan etkiler. Artan frenleme enerjisi, yüzey deformasyonlarını ve ses oluşumu tetikleyebilir.
- **Fren Süresi:** Frenleme işleminin ne kadar sürdüğü, sistemin ısıl yükünü belirleyen önemli bir parametredir. Uzun süreli frenlemelerde, sıcaklık artışı sürtünme yüzeylerinde termal dengesizliğe ve potansiyel olarak gürültüye neden olabilir.
- **Ortam Sıcaklığı ve Nemi:** Fren sistemleri dış ortam koşullarına doğrudan maruz kaldığından, özellikle nem ve sıcaklık değişimleri sürtünme karakteristiklerini değiştirebilir. Yüksek nem, balata yüzeyinde ince bir film tabakası oluşturarak istenmeyen seslerin oluşmasına neden olabilir.
- **Balata Sıcaklığı:** Frenleme sırasında oluşan sürtünme, balatanın sıcaklığını artırır. Belirli sıcaklık aralıklarında, balatanın özelliklerinde değişimler meydana gelir ve bu değişimler istenmeyen titreşim ve gürültü oluşumunu tetikleyebilir.
- **Frenleme Başlangıç ve Bitiş Hızı:** Araç hızının frenleme anındaki değeri, sistemin maruz kaldığı kinetik enerjiyi belirler. Yüksek başlangıç hızlarında, daha fazla enerji sönmelenmesi gerektiğinden fren sisteminde daha şiddetli titreşimler gözlemlenebilir.
- **Km Başına Fren Sayısı:** Aracın test veya kullanım süresince belirli bir mesafe başına yaptığı frenleme sayısı, sürüş tarzı ve rota karakteristiği hakkında bilgi verir. Sık frenleme, sistemde ısıl birikimi artırarak gürültü oluşumunu etkileyebilir.
- **Fren Basıncı:** Hidrolik sistem tarafından uygulanan fren basıncı, balata ile disk arasındaki temas kuvvetini doğrudan belirler. Yüksek basınçlar daha güçlü temaslara yol açarak ses oluşumunu tetikleyebilir.
- **Yavaşlama İvmesi:** Frenleme sırasında aracın ne hızla yavaşladığını ifade eden bu parametre, balata ile disk arasındaki temasın dinamiğini etkiler. Ani ivme değişimleri, sistemde dengesiz yük dağılımına ve akustik titreşimlere neden olabilir.
- **Toplam Frenleme Sayısı:** Test süresi boyunca gerçekleştirilen frenleme adedi, sistemin aşınma düzeyini ortaya koyar. Zamanla oluşan malzeme değişiklikleri ve yüzey düzensizlikleri, gürültü oluşumuna katkı sağlayabilir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

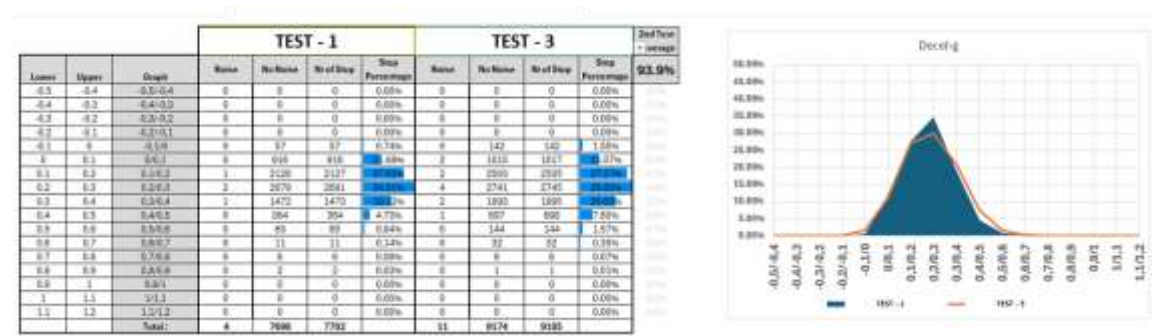
Test Uyumu Değerlendirmesi

Geliştirilen istatistiksel model kullanılarak gerçekleştirilen test karşılaştırmalarında önemli bulgular elde edilmiştir. Parametre bazlı karşılaştırmalarda:



Şekil 21- Test 1 - Test 2 Karşılaştırması

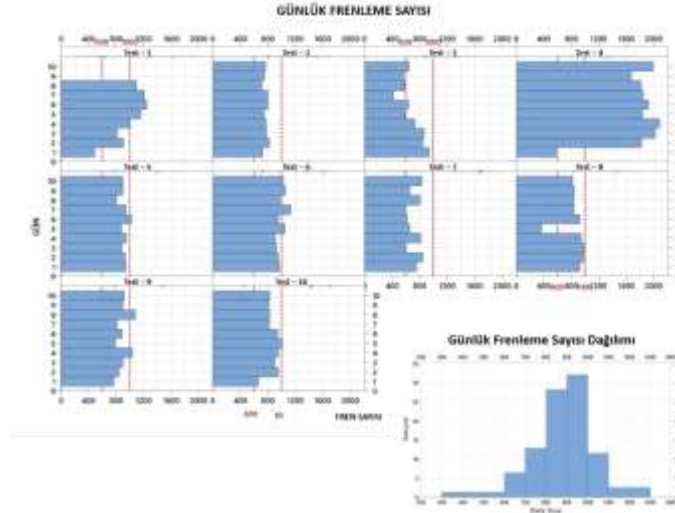
Test 1 - Test 2 Karşılaştırması: Daha yüksek ortalama ve medyan değerler gözlenmiş, ancak profil benzerliği yalnızca %66 düzeyinde kalmıştır. Bu durum, test uygulama koşullarında farklılıklar olduğunu göstermektedir. (Şekil 1)



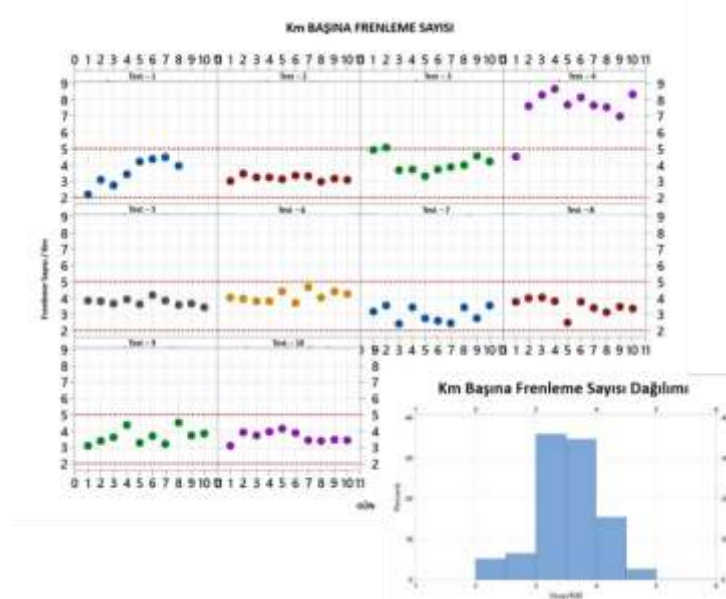
Şekil 22- Test 1 - Test 3 Karşılaştırması

Test 1 - Test 3 Karşılaştırması: Benzer ortalama ve medyan değerler elde edilmiş, profil benzerliği %94 düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu durum, test uygulama koşullarının benzer olduğunu göstermektedir.

Parametre Dağılım Analizleri



Şekil 23- Günlük frenleme sayısı



Şekil 24- Kilometre başına frenleme sayısı

Kilometre başına frenleme sayısı ve günlük frenleme sayısı dağılımları incelendiğinde, testler arasında farklı profiller gözlenmiştir. Bu farklılıklar, sürüş rotalarının ve çevresel koşullarının test sonuçları üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır.

İlaveten, her bir test parametresi için yapılan tekil analizler, tüm test verileri üzerinden elde edilen medyan ve %95'lik kapsama sağlayan ± 2 sigma sınırları ile karşılaştırılmış; bu yolla ilgili araç testindeki frenleme parametresinin genel dağılım üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.

Veri İşleme Otomasyonunun Avantajları

VBA tabanlı analiz aracının kullanılması ile:

- Analiz süreçlerinde zaman tasarrufu sağlanmıştır
- Manuel işleme göre hata oranı azalmıştır
- Test verileri otomatik olarak işlenmiştir

SONUÇLAR

Bu çalışmada geliştirilen istatistiksel analiz modeli aşağıdaki sonuçları ortaya koymuştur:

- **Nicel Değerlendirme İmkamı:** Fren testlerinin uygulama doğruluğu nicel olarak değerlendirilebilir hale gelmiştir.
- **Otomasyon Avantajları:** Otomasyon destekli veri işleme araçları sayesinde analiz süreçlerinde zaman tasarrufu ve hata azalması sağlanmıştır.
- **Veri Analizi ve Tolerans Dışı Sonuçların Değerlendirilmesi:** VBA tabanlı analiz aracı ile test verileri otomatik olarak işlenmiş ve sonuçların %95 güven düzeyinde $\pm 2\sigma$ tolerans aralığı içinde kaldığı kabul edilmiştir. Bu tolerans aralığının dışında kalan test verileri için, özel koşullar analiz edilerek ilgili testin fren gürültüsü üzerindeki olumlu ya da olumsuz etkileri detaylı olarak incelenmiştir.
- **Karşılaştırmalı Analiz:** Parametre bazlı karşılaştırma, test uygulama kalitesini ölçmek için güçlü bir zemin oluşturmıştır.

GELECEK ÇALIŞMALAR

Bu çalışmanın devamında aşağıdaki gelişmeler planlanmaktadır:

- **Yapay Zeka Entegrasyonu:** Analiz dosyasının yapay zeka ile desteklenen otomatik raporlama sistemiyle zenginleştirilmesi.
- **Veri Seti Genişletmesi:** Farklı balata malzemeleri ve çeşitli çevresel koşulları kapsayan genişletilmiş bir veri seti oluşturularak, fren gürültüsünü etkileyen faktörlerin daha kapsamlı şekilde analiz edilmesi planlanmıştır. Bu çeşitlilik ile hem malzeme performansının hem de dış etkenlerin fren davranışı üzerindeki etkilerini daha net ortaya koymak amaçlanmıştır.
- **Çoklu Çıktı Optimizasyonu:** Gürültü, performans ve maliyet parametrelerinin eş zamanlı optimizasyonu amacıyla regresyon analizi uygulanacaktır. Bu kapsamda, fren sesi oluşumunu etkileyen parametrelerin detaylı analizi yapılacak ve elde edilen model ile hangi koşullarda sesin oluşup oluşmayacağını tahmin edilmesi planlanmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde destek veren TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. Ar-Ge Merkezi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Kinkaid, N. M., O'Reilly, O. M., & Papadopoulos, P. (2003). Automotive disc brake squeal. *Journal of Sound and Vibration*, 267(1), 105–166.
- Ouyang, H., Nack, W., Yuan, Y., & Chen, F. (2005). Numerical analysis of automotive disc brake squeal: A review. *International Journal of Vehicle Noise and Vibration*, 1(3–4), 207–231.
- Akay, A. (2002). Acoustics of friction. *Journal of the Acoustical Society of America*, 111(4), 1525–1548.
- Eriksson, M., & Jacobson, S. (2000). Tribological surfaces of organic brake pads. *Tribology International*, 33(12), 817–827.
- SAE International. (2007). SAE J2521: Sound level measurement procedure for snow thrower and rotary mower. Society of Automotive Engineers.
- Fieldhouse, J. D., & Newcomb, T. P. (2006). Double pulsed holography used to investigate noisy brakes. *Optics and Lasers in Engineering*, 25(6), 455–494.
- Chen, F., Tan, C., & Quaglia, R. L. (2007). Brake NVH analysis including environmental and operational influences. SAE Technical Paper 2007-01-2300.
- Lee, S. M., & Singh, R. (2010). Multi-dimensional characterization of brake noise using statistical analysis methods. *Applied Acoustics*, 71(5), 432–442.
- Papinniemi, A., Lai, J. C., Zhao, J., & Loader, L. (2002). Brake squeal: A literature review. *Applied Acoustics*, 63(4), 391–400.
- Zhang, L., Wang, Y., & Liu, H. (2019). Machine learning approach for brake noise prediction using artificial neural networks. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 128, 231–248.

Assembly Methods and Process of Reinforcement&Nut for Automotive

Otomotivde Braket ve Somunun Birleştirme Yöntemleri ve Süreci

Ayşe BAMUR¹ (ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3006-9257>)

¹E-mail: ayse.bamur@tofas.com.tr Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. R&D Center, Bursa / Türkiye.

Özet

Bu makalede, otomotiv sektörünün temel yapı taşlarından biri olan, aracın büyük bir bölümünde bulunan ve yapısal kısımda oldukça önemli ölçüde yer alan sac metal takviye parçalarının yapısal rolü, önemi ve bu parçalara monte edilen bağlantı elemanlarından olan somunların montaj yöntemleri teknik açıdan ele alınmaktadır. Özellikle taşıt gövdesinin dayanım, bütünlük ve montaj kolaylığı gibi gereksinimlerini karşılayan sac braketler taşıt gövdesinin rijitliğini sağlamak, çeşitli parçaların montajını kolaylaştırmak ve yapısal bütünlüğü desteklemek amacıyla yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu parçalar üzerine monte edilip sabitlenen somunlar, hem üretim hattı süreçlerini hem de bakım ve onarım aşamalarını doğrudan etkileyen kritik rol oynayan elemanlardır. Bu bağlamda, otomotiv endüstrisinde yaygın olarak kullanılan somun montaj yöntemleri teknik açıdan incelenmekte, karşılaştırılmakta ve farklı tip somunların birleştirme yöntemleri ile proses adımları üzerinde durulmaktadır. Kaynaklı, kendinden geçmeli (pierce), perçinli (rivet), kafesli (floating) ve mekanik kilitlemeli somunlar gibi çeşitli yöntemler detaylı şekilde değerlendirilmiştir. Her bir yöntemin uygulama prensibi, kullanılan ekipmanlar, malzeme uyumluluğu, mukavemet performansı ve üretim süreçlerine etkisi analiz edilmiştir. Örneğin kaynaklı somunlar, yüksek mukavemet gereksinimi olan uygulamalarda tercih edilirken; kendinden geçmeli (pierce) somunlar kaynak gerektirmemesi ve kaplamalı saclara uygulanabilmesiyle öne çıkmaktadır. Kör bağlantılar için kullanılan perçinli somunlar, erişimin sınırlı olduğu bölgelerde avantaj sağlarken; kafesli (floating) somunlar hizalama toleranslarını telafi edebilme özellikleriyle dikkat çeker. Ayrıca presle geçmeli ve mekanik olarak şekillendirilerek kilitlenen somun türleri de düşük maliyet ve ısı etki olmaksızın montaj imkânı sunar. Bu çalışmada, her bir yöntemin yapısal dayanım, üretim kolaylığı, maliyet ve uygulama alanları gibi kriterler açısından karşılaştırması yapılmakta; üretim hattı entegrasyonu ve bakım-onarım süreçleri üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir. Böylece, farklı kullanım senaryolarına uygun montaj yöntemlerinin belirlenmesine yönelik kapsamlı bir teknik analiz sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Somun, Yapısal Braketler, Somun Montaj Yöntemleri, Bağlantı Elemanları

Abstract

In this article, the structural role and significance of sheet metal reinforcement parts, which constitute one of the fundamental elements of the automotive industry and are widely used in vehicle bodies, are examined from a technical perspective—along with the nut mounting methods used on these components. Especially in the body structure, sheet metal brackets are extensively utilized to ensure vehicle rigidity, facilitate the assembly of various components, and support overall structural integrity, while also meeting key requirements such as strength, durability, and ease of assembly. Nuts mounted and fixed onto these components play a critical role, directly affecting both production line processes and maintenance-repair operations. In this context, various nut attachment methods commonly used in the automotive industry are analyzed and compared, with a particular focus on the joining techniques

and process steps associated with different nut types. Mounting methods such as weld nuts, pierce (self-piercing) nuts, rivet nuts, floating (cage) nuts, and mechanical locking nuts are evaluated in detail. For each method, the application principles, required equipment, material compatibility, strength performance, and impacts on production processes are thoroughly discussed. For example, while weld nuts are preferred in applications requiring high structural strength, pierce nuts stand out for their ability to be applied without welding and their compatibility with coated sheets. Rivet nuts offer advantages in blind joint scenarios where rear-side access is limited, whereas floating nuts are notable for their ability to compensate for misalignment tolerances. In addition, press-fit and mechanically locked nuts offer low-cost assembly solutions without thermal impact. This study provides a comprehensive technical analysis, comparing each method in terms of structural strength, manufacturing efficiency, cost, and application areas, while also evaluating their impact on production line integration and maintenance operations. In doing so, the paper aims to guide the selection of appropriate fastening methods for various automotive use cases.

Keywords: Nut, Structural Reinforcements, Nut Assembly Methods, Fasteners

GİRİŞ

Günümüzde otomotiv sektörü, hem yapısal dayanıklılık hem de üretim verimliliği açısından sürekli gelişen mühendislik çözümlerine ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda, araçların çeşitli bölgelerinde görev alan sac metal takviye parçaları (braketler), hem taşıyıcı sistemlerin bütünlüğünü sağlamakta hem de diğer bileşenlerin güvenli ve hassas bir şekilde monte edilmesine olanak tanımaktadır. Braketler üzerine entegre edilen bağlantı elemanlarından somunlar ise, montaj süreçlerinin etkinliği ve son ürünün servis edilebilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Özellikle üretim hattı sürekliliğini sağlamak, mukavemet gereksinimlerini karşılamak ve servis aşamalarında pratik çözümler sunmak amacıyla farklı somun montaj yöntemleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada, otomotivde yaygın olarak kullanılan somun türlerinin sac metal takviye parçaları üzerindeki montaj yöntemleri teknik açıdan incelenmekte, süreç adımları ve uygulama kriterleri detaylı şekilde değerlendirilmektedir.

YÖNTEM

1. Sac Metal Takviye Parçalarının (Braketler) Tanımı, Yapısal Rolü ve Önemi

Otomotiv endüstrisinde, araç yapısının dayanımını artırmak ve montajı kolaylaştırmak amacıyla kullanılan sac metal takviye parçaları ‘braket’ olarak adlandırılmaktadır. Bu parçalar, aracın farklı bölgelerinde, özellikle yapısal bütünlük, rijitlik ve güvenlik performansını iyileştirmek için önemli bir rol oynar. Braketler, süspansiyon sistemleri, kapı menteşe bölgeleri, motor ve şasi bağlantıları gibi pek çok alanda yer alır ve aracın genel sağlamlık ve performansına doğrudan etki eder.

Braketler, montaj sırasında çeşitli bağlantı elemanlarıyla birlikte kullanılır; somun, civata ve perçin gibi elemanlar sayesinde parçaların doğru şekilde konumlandırılması ve sabitlenmesi sağlanır. Bu sayede araç üretim süreçlerinde verimlilik artar ve servis ömrü boyunca gerekli bakım ve onarım işlemleri daha kolay hale gelir.

Bu takviye parçalarının tasarımında malzeme seçimi, geometrik şekil, bağlantı teknikleri ve maliyet gibi birçok faktör göz önünde bulundurulur. Braketler, yalnızca yapısal destek sağlamakla kalmaz, aynı zamanda aracın hafifletilmesi ve performansının artırılması gibi önemli mühendislik hedeflerine de hizmet eder. Sonuç olarak, sac metal takviye braketleri, otomotiv mühendisliğinde hem güvenliği artıran hem de üretim süreçlerini kolaylaştıran kritik bileşenlerdir.



Şekil 1. Kaynaklı Somunlu Braket Örneği¹

1. Otomotiv Endüstrisinde Somun Seçimi, Montaj Teknikleri ve Mühendislik Değerlendirmeleri

2.1 Kaynaklı Somunlar (Weld Nuts)

Kaynaklı somunlar, otomotiv endüstrisinde uzun süredir yaygın olarak kullanılan, yüksek dayanım ve kalıcı bağlantı gereksinimlerini karşılayan somun türlerindendir. Genellikle sac metal braketler gibi yapısal destek elemanlarına sabitlenerek, taşıt üzerindeki çeşitli bileşenlerin montajına olanak sağlar. Bu tür bağlantılar; şasi bağlantı noktaları, süspansiyon sistemleri, kaporta elemanları ve yüksek yüke maruz kalan bölgelerde sıkça tercih edilir. Braketler üzerine entegre edilen kaynaklı somunlar, hem rijitlik kazandırır hem de seri üretim hattında otomasyon sistemlerine kolayca entegre edilerek üretim sürecini hızlandırır. Kalıcı ve yüksek mukavemetli bir bağlantı sağlaması sayesinde, bu yöntem; titreşimli ortamlarda gevşeme riski olmadan güvenilir bir çözüm sunar. Ancak geri sökilemeyen bir yapı oluşturduğu için, servis veya bakım gerektiren uygulamalarda dikkatle planlanması gerekir.



Şekil 2. Kaynaklı Somun²

2.1.1 Birleştirme Yöntemi, Uygulama Prensibi ve Proses Adımları

Kaynaklı somunlar, genellikle punta kaynağı (spot welding) veya projeksiyon kaynağı (projection welding) ile sac metal yüzeyine kalıcı olarak birleştirilir. Bu yöntemler, somun üzerindeki çıkıntıların, kaynak akımının yoğunlaşmasını sağlayarak kısa süre içinde yüksek mukavemetli bir birleşim oluşturmaya

olanak tanır. Punta kaynağı, belirli noktada elektriksel direnç kullanarak metalin birleşmesini sağlarken, projeksiyon kaynağı daha fazla bağlantı yüzeyine enerji aktararak daha güçlü birleşimler elde edilmesini sağlar. Bu işlem, ısı enerjisi ve basınç kullanılarak, somunun sac yüzeye eriyip yapışması prensibine dayanır. Isı, elektrotlardan geçen akım tarafından oluşturulur ve somunun yapısal bütünlüğü, eriyen kısmın metal yüzeye doğru yayılmasıyla sağlanır. Bu yöntem genellikle taşıyıcı yapılar gibi ağır yük taşıyan ve yüksek dayanıklılık gerektiren yerlerde tercih edilir.



Şekil 3. Kaynaklı Somunlu Braket³

2.1.2 Kullanılan Ekipmanlar ve Üretim Süreçlerine Etkisi

- Direnç kaynak makineleri (spot/projeksiyon tipi),
- Kaynak elektrotları ve otomatik besleme sistemleri bu tür birleştirmelerde temel ekipmanlardır.

Kaynak elektrotları, elektrik akımını iletme ve hedef yüzeydeki ısının düzgün şekilde dağılmasını sağlamak için kullanılır. Ayrıca otomatik besleme sistemleri, sürekli yüksek üretim hızlarında bile düzgün ve tekrarlanabilir kaynak kalitesi sağlar. Kaynak zamanlaması, yüzey temizliği ve hassas hizalama gerektirir. Otomasyonla üretim hızlandırılabilir, ancak kaynak sonrası kontroller gereklidir.

2.1.3 Malzeme Uyumluluğu

Düşük karbonlu çeliklerde en verimli sonucu verir. Bu malzeme, iyi iletkenlik ve ısı işlem gereksinimleri bakımından kaynağa çok uygun bir malzemedir. Ancak, paslanmaz çelik ve alüminyumda uygulanabilirliği sınırlıdır, çünkü bu malzemeler ısı işlem sırasında daha fazla ısınma eğilimindedir ve bu da kaynak kalitesini etkileyebilir. Paslanmaz çeliklerde, ön işlem gereksinimleri daha karmaşık olabilir.

2.1.4 Mukavemet Performansı ve Yapısal Dayanım

Kaynaklı somunlar, yüksek mukavemet sağlar. Titreşime ve yüksek yüke dayanıklı uygulamalarda, örneğin şasi, süspansiyon bağlantıları gibi rijitlik gerektiren bölgelerde bu tür bağlantılar yaygın olarak tercih edilir. Kaynaklı somunların birleşim bölgesi, parçalar arasında güçlü bir bağ oluşturur ve bu da yüksek performans gerektiren sistemlerde sağlam bir dayanıklılık sağlar ve aynı zamanda yapısal dayanım açısından da yüksek beklentilere uygundur. Bu nedenle, araç şasileri, yapısal bileşenler ve ağır yük taşıyan elemanlarda çok yaygın kullanılır.

2.1.5 Üretim Hattına Entegrasyonu ve Üretim Kolaylığı

Manuel uygulamalarda bu tür montajlar zaman zaman zorluklar yaratabilir. Ancak, otomasyona uygun sistemler kurularak üretim daha hızlı ve verimli hale getirilebilir. Robotik sistemlerle entegrasyon, üretim

hızını artırırken insan hatalarını da minimize eder. Robotik kaynak sistemleriyle entegrasyonu, kaynak işlemini hızlandırabilir ve daha tutarlı hale getirebilir. Ancak, kaynak sonrası kalite kontrol kritik bir aşamadır, çünkü kaynak bölgesinde herhangi bir hata, tüm parçanın kullanım ömrünü etkileyebilir.

2.1.6 Bakım-Onarım Süreçlerine Etkisi

Kaynaklı somunlar, sökülemez bağlantılar oldukları için bakım ve onarım süreçlerinde bazı zorluklar yaratabilir. Eğer somun bozulursa, genellikle parçanın tamamı değiştirilir, çünkü somunların sökülmesi mümkün değildir. Bu durum bazı uygulamalarda avantaj yaratabilirken, bazı durumlarda dezavantajlara yol açabilir. Örneğin, montajda daha karmaşık durumlar yaşanabilir.

2.1.7 Maliyet

Kaynak ekipmanlarının yatırım maliyeti genellikle yüksek olabilir. Özellikle otomatik sistemler kullanılıyorsa, ekipman maliyetleri artabilir. Ancak, adetli üretim yapıldığında, birim maliyetler önemli ölçüde düşer. Bu, yüksek miktarda üretim yapıldığı takdirde yatırımın geri dönüşünün hızlandığı anlamına gelir.

3.1 Kendinden Geçmeli Somunlar (Self-Clinching Nuts)

Kendinden geçmeli somunlar, ince sac metal parçalarına yerleştirilen ve yerleştirildikten sonra sac ile mekanik olarak kilitlenen bir bağlantı elemanıdır. Bu somunlar, presleme yöntemiyle sac üzerindeki önceden açılmış deliklere yerleştirilir ve somunun dış geometrisi (genellikle tırnaklar veya flanşlar) sayesinde, presleme sırasında sacın plastik deformasyonu sağlanarak somunun yerinde sıkıca sabitlenmesi sağlanır. Bu tür somunlar, yüksek tork dayanımına ve mükemmel çekme dayanımına sahip olup, özellikle otomotiv endüstrisinde, gövde yapılarında, braket montajlarında ve iç donanım bağlantılarında yaygın olarak kullanılır. Kendinden geçmeli somunlar, yüksek mekanik dayanım sunmalarının yanı sıra, basit montaj süreçleri ve düşük üretim maliyetleri ile de dikkat çeker. Bu özellikleri, onları otomotivin body-in-white aşamalarında ve diğer sac metal parçalarının dayanıklı bağlantılarında ideal bir çözüm haline getirir. Bu yöntem, hafiflik, yüksek üretim hızı ve yüzey bütünlüğü açısından büyük avantaj sunar. Özellikle otomotivde, kapı içleri, koltuk bağlantıları, gövde iç sac elemanları gibi bölgelerde yaygın olarak tercih edilir.



Şekil 4. Kendinden Geçmeli Somun⁴

3.1.1 Birleştirme Yöntemi, Uygulama Prensibi ve Proses Adımları

Kendinden geçmeli somunlar, sac metal üzerine soğuk şekillendirme yöntemiyle entegre edilir. Somun, saca baskı uygulanarak sacın içine oturtulur ve özel geometrisi sayesinde saca mekanik bir kilit oluşturur. Bu işlem genellikle bir pres yardımıyla yapılır. Bağlantı, mekanik kitleme prensibiyle sağlanır. Yani somun, sacın içine kendini "geçirir" ve sacın yapısıyla bütünleşir. Sacın içi hafifçe deforme edilerek

somunun tırnaklarının veya formunun içine gömülmesi sağlanır. Burada herhangi bir ısı işlem ya da kaynak işlemi gerekmez. Bu sayede hem ısı etkisi yoktur, hem de kaplama veya boyalı yüzeylerin zarar görmesi engellenir.

3.1.2 Kullanılan Ekipmanlar ve Üretim Süreçlerine Etkisi

- Hidrolik/pnömatik pres makineleri
- Özel kalıplar (anvil)
- Besleme sistemleri

Bazı üretim hatlarında bu işlemler robotla entegre şekilde yapılabilir. Ayrıca manuel pres sistemleri, küçük adetli üretimlerde tercih edilir. Bu yöntem, kaynak ya da ısı işlem gerektirmediği için ısı kaynaklı deformasyonları ortadan kaldırır. Bu da hem süreci sadeleştirir hem de yüzey kalitesini korur. Proses süresi oldukça kısadır, çünkü yalnızca pres ile oturtma işlemi uygulanır.

3.1.3 Malzeme Uyumluluğu

Genellikle yumuşak metaller (alüminyum, düşük karbonlu çelik) için uygundur. Sac kalınlığı genelde 0.5 mm – 3 mm aralığında olmalıdır. Çok kalın saclarda veya çok sert malzemelerde kullanımı sınırlı olabilir. Yüzeyde kaplama varsa, bu yöntem kaplamayı bozmadan birleştirme yapılabilir.

3.1.4 Mukavemet Performansı ve Yapısal Dayanım

Kendinden geçmeli somunlar, yüksek çekme ve tork dayanımı sağlar. Özellikle titreşime maruz kalan ve sökme-takma işlemleri yapılan yerlerde uzun ömürlü performans sunar. Ancak kaynaklı somunlara göre çok yüksek yüklere karşı sınırlı kalabilirler; uygunluk uygulamaya bağlıdır. Yüksek dayanım istenen ama kaynak uygulamasının zor veya riskli olduğu alanlarda tercih edilir. Bu yöntemle montaj yapılan somunlar; boya öncesi montaj, görsel yüzey koruması, ya da ısıdan etkilenebilecek bölgelerde tercih edilir.

3.1.5 Üretim Hattına Entegrasyonu ve Üretim Kolaylığı

Pres sistemlerinin otomasyona entegrasyonu kolaydır. Parça sabitleme sistemleri ve otomatik besleyicilerle yüksek adetli üretime uygundur. Kalite kontrolü de genellikle görsel ve tork testi ile hızlıca yapılabilir. Oldukça pratiktir. Manuel veya otomatik sistemlerde kolayca uygulanabilir. Presle tek adımda işlem tamamlandığı için, montaj hızı yüksektir. Aynı zamanda operatör bağımlılığı düşüktür.

3.1.6 Bakım-Onarım Süreçlerine Etkisi

Kendinden geçmeli somunlar, montaj sonrası sökülebilir bağlantılar olduğu için bakım ve onarımda avantajlıdır. Somun parça üzerinden çıkmaz, yalnızca içine vida veya cıvata takılarak işlem yapılır. Eğer somun zarar görürse, parça değiştirme gerekebilir ama çoğu durumda uzun ömürlüdür.

3.1.7 Maliyet

Başlangıç ekipman yatırımı kaynaklı sistemlere göre daha düşüktür. Özellikle orta-ölçekli üretimler için uygundur. Malzeme ve uygulama maliyeti açısından ekonomik bir yöntemdir. Uzun vadede, kaynak sonrası yüzey onarımlarının olmaması da maliyet avantajı sağlar.

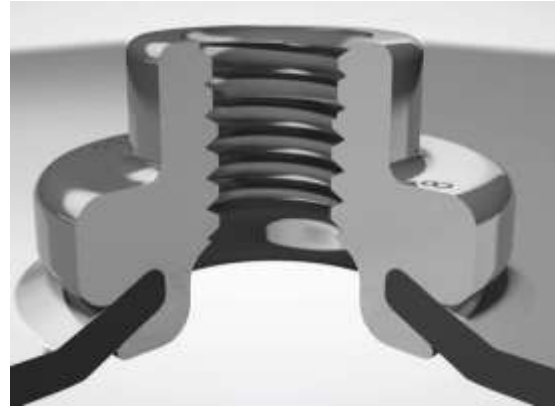
4.1 Perçinli Somunlar (Rivet Nuts)

Perçinli somunlar (rivet nuts), ince sac parçalara tek taraflı erişimle hızlı ve güvenilir bir şekilde dışı bağlantı kazandırmak amacıyla kullanılan mekanik bağlantı elemanlarıdır. Uygulama sırasında, somun gövdesi sac üzerine yerleştirilir ve özel bir çekme sistemiyle deforme edilerek sacın arkasında bir “baş” oluşturur. Bu deformasyon sayesinde somun sac yüzeye mekanik olarak kilitlenir ve sağlam bir bağlantı sağlar. Özellikle sacın arka yüzeyine kaynak yapılamayan ya da erişilemeyen durumlarda, kaynak alternatifi olarak önemli bir avantaj sunar. Farklı gövde geometrileriyle (dairesel, altıgen, tırtıklı) dönmeye ve çekmeye karşı dayanım artırılabilir. Genellikle manuel, pnömatik veya otomatik tabancalarla uygulanır ve bu sayede üretim hatlarında veya saha montajlarında esnek kullanım olanağı sağlar. Hem üretim hem de

servis süreçlerinde kolay montaj ve sökülebilirlik sunması, perçinli somunları fonksiyonel bir bağlantı çözümü haline getirir.



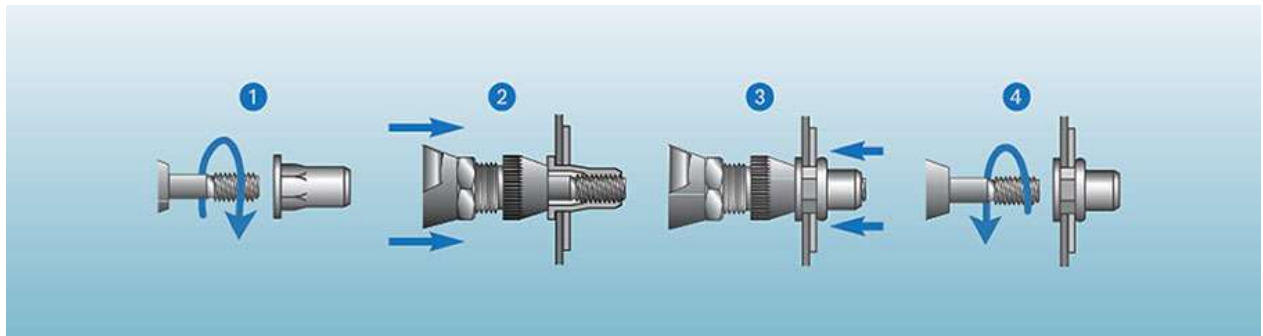
Şekil 4. Perçinli Somun⁵



Şekil 5. Perçinli Somun⁶

4.1.1 Birleştirme Yöntemi, Uygulama Prensipleri ve Proses Adımları

Perçinli somunlar, ince sac parçalar üzerine dişli bağlantı oluşturmak için kullanılır. Uygulama sırasında somunun arka kısmı şişerek sacın arka yüzeyine perçinleme etkisiyle tutunur. yerleştirildiği delikte, uygulanan çekme kuvvetiyle gövdesi deformasyona uğrar. Bu deformasyon, sacın her iki yüzeyine temas ederek somunun sabitlenmesini sağlar. Dönmeye ve çekmeye karşı direnç sağlamak amacıyla somun gövdesi genellikle tırtıklı, altıgen veya özel kilitleme yapılarında üretilir.



Şekil 6. Perçinli Somun Proses Adımları⁷

4.1.2 Kullanılan Ekipmanlar ve Üretim Süreçlerine Etkisi

- Manuel, pnömatik veya akülü perçin somun tabancaları
- Çekme-mandrel sistemi (sökülebilir veya sabit)
- Üretim hatlarında otomatik yerleştirme sistemleri

Uygulamas1 hızlı ve kontrol edilebilir olduğu için proses tekrarlanabilirliği yüksektir. Kaynak veya presleme gerekmez, bu da ısıdan kaynaklı deformasyon riskini ortadan kaldırır.

4.1.3 Malzeme Uyumluluğu

Alüminyum, çelik, paslanmaz çelik gibi farklı gövde malzemeleriyle üretilir. Sac kalınlığı genellikle 0.5 mm – 5 mm aralığında olabilir. Özellikle sacın arkasına erişimin mümkün olmadığı durumlarda çok avantajlıdır.

4.1.4 Mukavemet Performansı ve Yapısal Dayanım

Dönme ve çekme dayanımı, sac kalınlığına, somunun gövde tipine ve uygulama kalitesine bağlıdır. Orta-yük taşıyan uygulamalarda yeterli performans sağlar. Altıgen gövdeli modeller, özellikle dönmeye karşı yüksek direnç sunar. Yüksek yapısal dayanım gerektirmeyen, ancak güçlü dişli bağlantı istenen yerlerde tercih edilir. Gövde geometrisi ve sabitleme kalitesi ile güvenli montaj sağlar.

4.1.5 Üretim Hattına Entegrasyonu ve Üretim Kolaylığı

Otomotiv üretim hatlarında veya bakım hatlarında kolayca entegre edilebilir. Otomatik yerleştirme ve sıkma sistemleriyle yüksek adetli üretim mümkündür. Hızlı geçiş ve düşük ayar süresi ile esnek üretime uygundur. Eğitim gereksinimi düşüktür. Manuel ve otomatik sistemlerle kolayca uygulanabilir. Çift taraflı erişim gerektirmediği için kısıtlı montaj alanlarında ideal çözümdür.

4.1.6 Bakım-Onarım Süreçlerine Etkisi

Hasar görmesi durumunda somun kolayca çıkarılıp yenisi uygulanabilir. Özellikle saha servisleri veya parça değişimi gereken durumlarda büyük avantaj sağlar. Sökülebilir bağlantı olduğu için bakım dostudur.

4.1.7 Maliyet

Düşük-orta seviyede maliyetlidir. Ekipman yatırımı başlangıçta gerekebilir, ancak parça başı maliyet uygundur. Kaynaksız birleştirme yöntemi olması sebebiyle daha esnek ve mobil çözümler sunar.

5.1 Kafesli Somunlar (Cage Nuts)

Kafesli somunlar (cage nuts), bir metal kafesin içine yerleştirilmiş serbest dönebilen dişli somunlardan oluşan, özellikle vida bağlantısının esnekliği ve hizalama toleransı gereken durumlarda tercih edilen bağlantı elemanlarıdır. Kafes yapısı, somunun sac üzerindeki dikdörtgen veya kare deliklere klipsleme yöntemiyle sabitlenmesini sağlar. Bu yapı sayesinde, somun hem sabitlenmiş olur hem de belirli ölçüde hareket kabiliyeti kazanarak montaj sırasında vidanın hizalanmasını kolaylaştırır. Kafesli somunlar genellikle önceden diş açılması mümkün olmayan ince sac parçalar için uygundur ve sistemde herhangi bir kalıcı deformasyon olmadan yerleştirilebilir. Yüksek darbe veya titreşime maruz kalan uygulamalarda da kullanılabilen bu somun tipi, özellikle otomotivde donanım taşıyıcıları, elektrik panoları, raf sistemleri ve servis ekipmanları gibi alanlarda yaygın şekilde kullanılır. Kurulum ve sökme işlemleri oldukça pratiktir, bu da bakım ve onarım süreçlerinde zaman kazandırır.



Şekil 7. Kafesli Somun⁸

5.1.1 Birleştirme Yöntemi, Uygulama Prensibi ve Proses Adımları

Kafesli somunlar, esnek metal bir kafes içine yerleştirilmiş dişli somunlardan oluşur. Bu kafes, genellikle dikdörtgen veya kare deliklere klipsleme (yay baskısı) ile monte edilir. Montaj sırasında herhangi bir özel ekipmana gerek olmadan, kafesin yaylı tırnakları yardımıyla somun sac yüzeye sıkıca oturtulur. Somun, kafes içinde hafifçe hareket edebildiğinden, vida ile hizalama toleransı artar. Bu somun tipi, kafes yapısı sayesinde hem hareket kabiliyeti hem de sabitleme sağlar. Vidalama işlemi sırasında somunun pozisyonu küçük oranlarda değişebildiği için, sac deliklerinin konumlama toleransları daha esnek tutulabilir. Bu özellik, özellikle manuel montaj hatlarında büyük kolaylık sağlar.

5.1.2 Kullanılan Ekipmanlar ve Üretim Süreçlerine Etkisi

- Genellikle el ile yerleştirme yapılır.
- Gerekirse klips yerleştirici pense veya aparatlar kullanılabilir.
- Otomatik montaj hatlarında özel yerleştirici sistemlerle de entegre edilebilir.

Üretim sırasında kolay ve hızlı bir montaj sağlar. Delik boyutlarının standarda uygun olması, proses kararlılığı açısından önemlidir. Pres veya kaynak gerektirmediği için ısıl deformasyon riski yoktur.

5.1.3 Malzeme Uyumluluğu

Sac kalınlığı genellikle 0.8 mm – 2 mm arasında değişir. Çelik, paslanmaz çelik veya yay çeliği kafesler ile üretilir. Somun kısmı da çelik ya da kaplamalı malzemelerden üretilebilir.

5.1.4 Mukavemet Performansı ve Yapısal Dayanım

Dönmeye karşı direnç sınırlıdır çünkü somun sabit değildir; bu da yüksek tork uygulamalarında dikkat gerektirir. Ancak çekme dayanımı genellikle yeterlidir. Özellikle yüksek yapısal dayanım gerektirmeyen uygulamalarda uygundur. Daha çok ekipman taşıma, modül sabitleme gibi ikincil yük taşıyan yapılarda kullanılır. Yüksek dayanım istenen birincil yapısal bölgelerde tercih edilmez. Gevşemeye karşı bazı uygulamalarda yaylı rondela ile desteklenebilir.

5.1.5 Üretim Hattına Entegrasyonu ve Üretim Kolaylığı

Manuel montaj istasyonlarında rahatça uygulanabilir. Otomasyonla da entegre edilebilir, ancak manuel işlemlerle çok uyumludur. Diğer somunlara göre kurulum süresi kısadır. Eğitim almamış olan operatör tarafından kolayca yerleştirilebilir. Tekrar sökülebilir, değiştirilebilir. Karmaşık olmayan tasarımlar için oldukça pratik bir çözümdür.

5.1.6 Bakım-Onarım Süreçlerine Etkisi

Somun ve kafes ayrı ayrı değiştirilebilir. Klipsli yapısı sayesinde montaj ve demontaj hızlıdır. Servis kolaylığı ve parçaya ulaşılabilirlik açısından avantajlıdır.

5.1.7 Maliyet

Düşük birim maliyetli bir çözümdür. Ekipman yatırımı gerektirmediği için toplamda ekonomik bir alternatiftir. Fazla işlem gerektirmediği için montaj süresi ve iş gücü maliyeti düşüktür.

6.1 Mekanik Kilitlemeli Somunlar (Mechanical Locking Nuts)

Mekanik kilitlemeli somunlar (mechanical locking nuts), titreşimli ve dinamik yüklerin yoğun olduğu ortamlarda bağlantı güvenliğini artırmak amacıyla kullanılan özel tasarımlı somunlardır. Standart vida-somun sistemlerine kıyasla, bağlantı noktalarında gevşemeye karşı ekstra dayanım sağlarlar. Bu somunlar; iç yapısındaki naylon halka, tırnaklı metal yapı veya kama etkisi gibi farklı kitleme mekanizmalarıyla

çalışarak vidanın geri dönmesini engeller. Özellikle otomotiv sektöründe motor ve süspansiyon sistemleri gibi kritik alanlarda tercih edilen bu somunlar, hem üretim hattına kolay entegrasyon sağlar hem de bağlantı kalitesini artırır. Bazı tipleri tekrar kullanılabilirken, bazıları sadece tek kullanım için uygundur. Yüksek tork dayanımı ve montaj kolaylığı sayesinde, mekanik kilitlemeli somunlar güvenli, hızlı ve pratik bir çözüm sunar.



Şekil 8. Mekanik Kilitlemeli Somun⁹

6.1.1 Birleştirme Yöntemi, Uygulama Prensipleri ve Proses Adımları

Mekanik kilitlemeli somunlar, vida ile yapılan bağlantının titreşim veya dinamik yükler altında gevşemesini önlemek amacıyla özel tasarımlarla üretilmiş bağlantı elemanlarıdır. Kendi içinde çeşitli türleri olsa da (örneğin: naylon insertli, metal tırnaklı, wedge-lock sistemli), genel amaçları vida-somun sistemine ekstra sıkılık kazandırmaktır. Standart somun gibi vida üzerine takılır, ancak iç tasarımı sayesinde bağlantıyı daha kararlı hale getirir. Bu somunlar, bağlantı sırasında mekanik bir direnç oluşturur. Bu direnç sayesinde vida geri dönmeye çalışıldığında somun bu harekete karşı koyar. Örneğin:

- Naylon insertli tiplerde, vida dişi naylon malzeme ile sürtünür.
- Metal kilitlemeli tiplerde, dişler arasındaki küçük deformasyonlar veya esnemelerle gevşeme engellenir.
- Bazı sistemlerde çift somun benzeri çalışma prensibiyle “kendini sıkma” etkisi yaratılır.

6.1.2 Kullanılan Ekipmanlar ve Üretim Süreçlerine Etkisi

- Standart somun anahtarları ve tornavidalar yeterlidir.
- Ekstra ekipman gerekmez, sadece belirli tork değerlerine dikkat edilmelidir.
- Otomatik montaj sistemlerinde yaygın olarak uygulanabilir. İlave kaynak, pres ya da perçinleme işlemi gerekmez. Sadece uygun sıkma torku uygulanmalıdır. Üretim sürecini basitleştirir, ancak tedarik sürecinde doğru tip seçimi önemlidir.

6.1.3 Malzeme Uyumluluğu

Çelik, paslanmaz çelik, alüminyum, sınırlı kullanımda plastik veya kompozit parçalar ve yüzeyi kaplamalı olan malzemeler ile uyumludur. Bu tip somunlar doğrudan saca etki etmediği için sac kalınlığı önemli bir parametre olmamakla birlikte yine de uygulamalarda kullanılan sac kalınlık aralığı, bağlantı dayanımı ve vida boyutuyla ilişkili olarak değerlendirilir.

6.1.4 Mukavemet Performansı ve Yapısal Dayanım

Gevşemeye karşı çok yüksek direnç sağlar. Titreşimli ve darbe alan bölgelerde (motor, süspansiyon vs.) güvenle kullanılır. Bazı tipleri tekrar kullanılamazken, bazıları çok sayıda montaja dayanıklıdır. Genellikle

yapısal dayanımı standart somunla aynıdır. Asıl fark, **gevşeme karşıtı dayanımdadır**. Ağır yük altında bağlantının çözülmesini önleyerek yapısal güvenlik sağlar.

6.1.5 Üretim Hattına Entegrasyonu ve Üretim Kolaylığı

Mevcut montaj hatlarına doğrudan entegre edilebilir. Otomatik vida-somun makineleriyle sorunsuz çalışır. Parça toleransları önemlidir, aksi halde sıkma zorlaşabilir. Ek işçilik gerekmez ve otomasyona uygundur.

6.1.6 Bakım-Onarım Süreçlerine Etkisi

Tekrar kullanılabilir tipleri mevcuttur, ancak bazıları **bir defalık kullanım içindir**. Değişim sırasında tipine dikkat edilmelidir. Söküldüğünde yerine yeni somun takılması önerilir (özellikle naylon insertli tipler için).

6.1.7 Maliyet

Standart somuna göre biraz daha yüksek birim maliyetlidir. Ancak ek güvenlik sunduğu için özellikle kritik noktalarda maliyet-etkin bir çözümdür. Naylon insertli tipler daha uygun fiyatlıdır; metal kilitlemeli tipler daha pahalı olabilir.

BULGULAR

Her bir somun tipi, spesifik üretim ve montaj koşullarına göre geliştirilmiş olup; uygulama yeri, dayanım gereksinimi ve servis kolaylığına göre farklı avantajlar sunmaktadır.

- **Weld nuts (Kaynaklı somunlar)** yüksek mukavemetli bağlantılar için uygun olsa da, kaynak sonrası yüzey bozulmaları ve ısı etkisi gibi faktörler nedeniyle üretim hassasiyeti gerektirir.
- **Self-clinching nuts (Kendinden geçmeli somunlar)**, kaynak kullanılmadan güçlü bağlantılar sunar; özellikle kaplamalı saclarda ve otomotiv gövde yapısında üretim verimliliği sağlar.
- **Rivet nuts (Perçinli somunlar)**, tek taraflı erişimin mümkün olduğu durumlarda montaj kolaylığı sağlar; ancak rijitlik açısından kaynaklı veya geçmeli bağlantılara göre sınırlıdır.
- **Floating nuts / Cage nuts (Kafesli somunlar)**, hizalama toleransları düşük olan uygulamalarda avantaj sağlar ve montaj esnasında pozisyon hatalarını telafi eder.
- **Mechanical locking nuts (Mekanik kilitlemeli somunlar)**, özellikle titreşimin yüksek olduğu uygulamalarda gevşemeye karşı yüksek güvenlik sunar; bu nedenle motor ve süspansiyon sistemlerinde tercih edilir.

Her bağlantı tipi; sac kalınlığı, erişim durumu, malzeme türü ve üretim hattı entegrasyonu gibi kriterlere göre dikkatle seçilmelidir. Yanlış seçim, hem yapısal performans hem de montaj kalitesi açısından risk teşkil eder.

Sac üzerinde kullanılan somun sistemlerinin üretime olan etkisi yalnızca montaj süresiyle değil; aynı zamanda hat verimliliği, bakım kolaylığı ve servis süreleri üzerinde de doğrudan belirleyicidir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Sac metal yapılarda vida bağlantısı için kullanılan somun tipleri; uygulama gereksinimlerine, montaj yöntemlerine ve yapısal dayanım ihtiyaçlarına göre çeşitlilik göstermektedir. Bu çalışmada incelenen kaynaklı somun, kendinden geçmeli somun, perçinli somun, kafesli somun ve mekanik kilitlemeli somun tipleri; her biri farklı üretim koşulları, montaj kolaylığı ve servis ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde geliştirilmiş bağlantı çözümleridir. Genel olarak bakıldığında, her somun tipi belirli uygulama ihtiyaçlarına göre avantaj ve sınırlamalar sunmaktadır. Somun seçimi, parça malzemesi, sac kalınlığı, erişilebilirlik durumu, sökülebilirlik gereksinimi ve üretim prosesine entegrasyon gibi faktörler göz önünde

bulundurularak yapılmalıdır. Uygun bağlantı elemanının seçilmesi, hem üretim kalitesini hem de ürün güvenilirliğini doğrudan etkilemektedir.

KAYNAKÇA

- 1 - https://www.hardrace.com/product_detail.asp?id=5025
- 2- https://tr.made-in-china.com/co_shangraodeetin/product_Wholesale-Threaded-Hexagon-Weld-on-Nut-Stainless-Steel-M6-M8-M10-M12-Welding-Nut-DIN-929-Projection-Spot-Hex-Weld-Nuts_uohynryssy.html
- 3- <https://www.youtube.com/shorts/ybZoxpXcgcY?feature=share>
- 4 - <https://www.asmc.net/3-8-16-1-coarse-thread-self-clinching-nut-low-carbon-steel-zinc-plated/>
- 5- <https://www.tacomascREW.com/Product/055-229>
- 6- <https://www.profil-global.com/products/rnd/>
- 7- <https://www.rivetnutusa.com/rivnut-rivet-nut/>
- 8-<https://www.zoro.com/huyett-cage-nut-10-32-stainless-steel-plain-finish-efcn-d98579-1032-81/i/G800443684/>
- 9- <https://www.amazon.com/uxcell-Hex-Lock-Nuts-Self-Locking/dp/B07LF1PM5G?th=1>

Önden Çarpışma Performanslarında Çarpışma Traversinin Etkisi

Zübeyir Ramazan Aktaşgil^{*1}, Fırat Aras^{*2}

¹zubeyirramazan.aktasgil@tofas.com.tr, Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. Bursa / Türkiye.

²firat.aras@tofas.com.tr, Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. Bursa / Türkiye.

Özet

Bu çalışmada, çelik malzemeye sahip ön çarpışma traversi bileşeninin önden çarpma senaryolarındaki yapısal performansı, farklı kalitede malzemeler kullanılarak hem düşük hızlı hem de yüksek hızlı çarpışma analizleri kapsamında incelenmiştir. Bilindiği üzere çarpışma tamponu, çarpma anında enerjiyi absorbe ederek yolcu güvenliğini sağlamak ve taşıtın yapısal parçalarını korumak amacıyla özellikle düşük ve orta hızdaki çarpışma anında darbe etkisini sönümleyerek hasarın yayılmasını engelleyen sistemlerdir. Çarpışma kutusu ve çarpışma traversi olmak üzere iki ana bileşenden oluşur. Çarpışma kutusu, travers ile araç gövdesi arasında yer alır ve enerji sönümlemede kritik rol oynar. Travers ise, darbenin geniş alana yayılmasını sağlayarak yapısal dayanıklılığı artırır. Bu bütünsel yapı hem yolcu güvenliği hem de onarım maliyetlerinin düşürülmesi açısından büyük önem taşır. Literatürde çarpışma kutusu üzerine çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen, çarpışma traversinin etkilerine yönelik araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bu boşluktan yola çıkarak, çalışmada; Drop test, RCAR, ECE R94, FRW ve Front Pole test konfigürasyonlarına göre sonlu elemanlar analizleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler üzerinden karşılaştırmalı değerlendirmeler yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, çarpışma traversinin araçtaki tüm yapılara göre çarpışma enerjisinin sönümlemedeki etkisi düşük hızlı çarpışma senaryolarında (özellikle RCAR gibi) yüksek hızlı senaryolara kıyasla daha belirgin şekilde gözlemlenmiştir. Fakat yüksek hızlı önden çarpma testlerde çarpışma traversinin enerji absorbe etme kapasitesinin yanında çarpışma kuvvetinin araca nasıl dağıldığında da etkili olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yapılan çalışmada, Grade1 gibi yüksek şekillenebilirliğe sahip bir kalitedeki malzemenin, travers tasarımındaki kesit derinliğinin etkisi de incelenmiştir. Sonuç olarak, çalışmada çarpışma traversinin darbe senaryolarındaki yapısal katkısı malzeme etkisi ve tasarım kesit derinliği incelenerek ortaya konulmuştur. Bu bulgular, otomotiv çarpışma güvenliği alanında travers tasarımına yönelik ileri mühendislik optimizasyonları için temel teşkil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: ECE94, FRW, Önden Çarpışma, Çarpışma Traversi, RCAR, Çarpışma Kutusu

Abstract

In this study, the structural performance of a steel front crash beam was investigated under frontal collision scenarios using different material grades. Analyses were carried out through both low-speed and high-speed crash simulations. The crash bumper system is designed to absorb impact energy, ensure passenger safety, and protect vehicle structures by mitigating forces and limiting damage, especially during low- to medium-speed impacts. This system consists of two key components: the crash box and the crash beam. The crash box, placed between the beam and vehicle body, plays a major role in energy absorption. The crash beam distributes the impact across a wider area, improving structural durability. Together, they are essential for passenger protection and reducing repair costs.

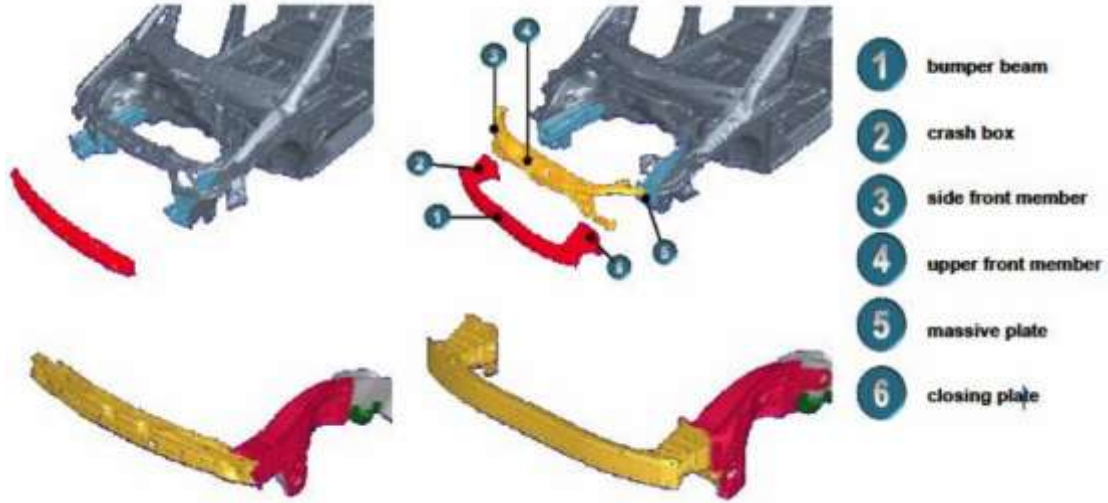
While the crash box has been widely studied, research focusing specifically on the crash beam is limited. Addressing this gap, finite element analyses were performed in this study based on test configurations such as Drop Test, RCAR, ECE R94, FRW and Front Pole scenarios. The simulation results were evaluated comparatively. Findings revealed that the crash beam contributes significantly to energy dissipation in low-speed collisions, especially in RCAR-type tests. In high-speed frontal crashes, both the beam's energy absorption capacity and the distribution of crash forces throughout the vehicle structure are important. Additionally, the study examined how cross-sectional depth in beam design and the use of highly formable materials like Grade1 steel affect performance. In conclusion, the study demonstrates the crash beam's structural contribution in various impact scenarios, evaluating both material properties and cross-sectional design. These findings provide a valuable basis for advanced engineering optimizations in crash beam design for automotive crash safety.

Keywords: ECE94, FRW, Frontal Crash, Crash Traverse, RCAR, Crashbox

1. GİRİŞ

Günümüzde otomotiv endüstrisi, araç güvenliğini artırmaya yönelik yapısal iyileştirme çalışmalarına büyük önem vermektedir. Artan çarpışma test gereklilikleri, yolcu güvenliği standartları ve sigorta maliyetlerinin azaltılması hedefi, taşıtların ön yapılarında yer alan enerji sönümleyici sistemlerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu sistemler, olası bir çarpışma anında enerjiyi kontrol altında dağıtarak, hem araç gövdesinin minimum hasar almasını sağlamakta hem de yolcu bölmesinin deformasyonunu sınırlayarak hayati riskleri azaltmaktadır. Özellikle düşük ve orta hızlardaki çarpışmalarda, hasarın yayılmasını engelleyen ön yapısal bileşenler, onarım maliyetlerinin düşürülmesi açısından da büyük rol oynamaktadır.

Bu bağlamda, çarpışma tampon sistemleri; çarpışma kutusu ve travers olmak üzere iki ana bileşenden oluşur. Çarpışma kutusu, enerjiyi absorbe eden birincil yapı olarak görev yaparken; travers, darbenin geniş bir yüzeye yayılmasını sağlayarak hem deformasyon kontrolü hem de yapısal rijitliğin sağlanması açısından tamamlayıcı bir işleve sahiptir. Traversin doğru şekilde tasarlanması, yalnızca çarpışma anındaki enerji yönetimini iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda araç platformunun modülerliğini ve üretim verimliliğini de etkiler. Dolayısıyla bu tür elemanlar, otomotiv sektöründe hem mühendislik hem de ekonomik açıdan stratejik bir öneme sahiptir.



Şekil 25 Çarpışma Tamponu Bileşenleri

2. ÖNDEN ÇARPMA SENARYOLARI

2.a Full Rigid Wall (Tam Rijit Duvar Çarpışma Testi)

Bu testte araç, sabit ve rijit bir yüzeye (genellikle çelik ya da beton bir duvar) 56 km/s hızla tam önden çarptırılır. Amaç, enerjinin nasıl emildiğini, yolcu güvenliğini ve gövde deformasyonunu değerlendirmektir. Çarpışma sırasında simülasyon kuklaları kullanılarak baş, göğüs ve pelvis gibi bölgelerdeki ivmeler ölçülür. Ayrıca, yolcu kabininin deformasyonu, araç gövde deformasyonu, hava yastığı ve emniyet kemeri performansı gibi güvenlik sistemleri incelenir.



Şekil 26 Tam Rijit Duvara Çarpma Testi

2.b Front Pole Impact Test (Ön Direk Çarpışma Testi)

Bu test, araçların tek taraflı kazalarda örneğin direk veya ağaç gibi dar nesnelere çarpma anında nasıl davrandığını anlamak amacıyla yapılır. Araç, genellikle 254 mm çapında bir direğe 29–32 km/s hızla ve 0° açıyla çarptırılır. Testte lokal deformasyon, motor bölgesi ile kabin arasındaki enerji emme kapasitesi, ön sistemlerin etkinliği ve özellikle ayak-bacak bölgelerinin güvenliği değerlendirilir.



Şekil 27 Önden Direk Çarpma Testi

2.c ECE R94 (UN Regulation No. 94)

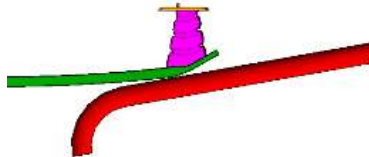
Bu standartta araç, %40'lık alanı karşılayacak şekilde deforme olabilen bir alüminyum bal peteği bariyere 56 km/s hızla çarpıtılır. Test, ön yolcu ve sürücü güvenliğini öncelikli olarak değerlendirir. Baş, göğüs gibi kritik bölgelerdeki ivmeler ölçülürken aynı zamanda kabin deformasyonu da analiz edilir. Bu test, yasal uyumluluk açısından zorunlu bir güvenlik standardıdır.



Şekil 28 Önden Deforme olan Bariyer ile Çarpma Testi

2.d Drop Test (Düşürme Testi)

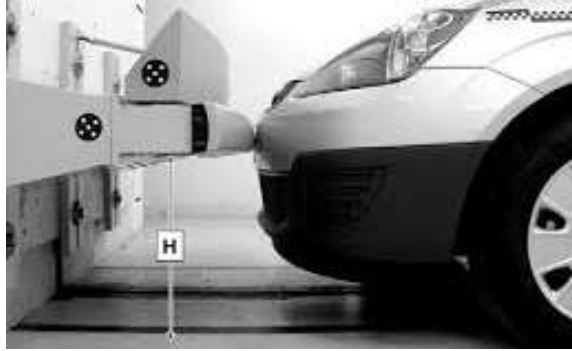
Rijit bir bariyer ile indirgenmiş çarpışma kutusu modeli üzerine yüzde 40'lık kısmını karşılayacak şekilde 16 km/h hızla gerçekleştirilen testtir. Çarpışma kutusu ve traversin geliştirilmesi sürecinde ölçeklendirilmiş model olarak kullanılır. Test çarpışma kutusu ve traversinin geliştirilme sürecinin kısaltılmasını hedef alır.



Şekil 29 Drop Testi

2.e RCAR Tampon Testi

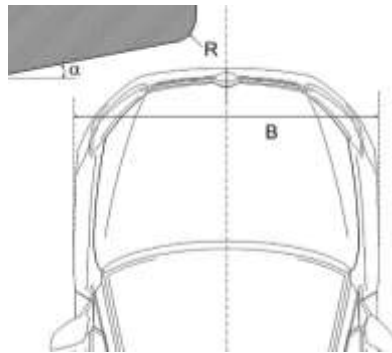
Sigorta sektörü için önemli olan bu testte, araç düşük hızlarda (10–15 km/s) önden veya arkadan deforme olabilen bir yapıya çarptırılır. Aracın %40'lık kısmını karşılayacak şekilde yapılan testte amaç; tamir edilecek parça sayısı, parça değişim maliyeti ve yapısal hasarın olup olmadığını değerlendirmektir. Bu sayede, araçların düşük hızlardaki çarpışmalarda ne kadar onarılabilir olduğu belirlenir.



Şekil 30 RCAR Tampon Testi

2.f RCAR Yapısal Testi

Allianz Sigorta Grubu tarafından geliştirilen RCAR yapısal testi, RCAR tampon testine benzer şekilde araçların düşük hızda çarpışmalarda aldığı hasarı ve tamir maliyetlerini ölçmeye odaklanır. Genellikle 16 km/s hızla aracın %40'lık kısmını karşılayacak şekilde önden veya arkadan yapılan bu çarpışmalarda, tamponların darbe sönümleme ve eski haline dönme kapasitesi analiz edilir. Testin amacı, yapısal hasar oluşup oluşmadığını belirleyerek onarım kolaylığını ve sigorta maliyetlerini değerlendirmektir.



Şekil 31 RCAR Yapısal Testi

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Otomotiv sektöründe araç güvenliğini artırmak amacıyla çarpışma kutularının enerji soğurma kapasitelerinin optimize edilmesine yönelik birçok çalışma yürütülmektedir. Bu çalışmalar, malzeme seçiminden geometrik tasarıma ve hesaplamalı yöntemlerin entegrasyonuna kadar çok çeşitli yaklaşımlar içermektedir.

Puckett ve ekibi, kompozit malzemelerin hafiflik ve yüksek enerji soğurma potansiyelinden yararlanarak, otomobil çarpışma kutularında bu malzemelerin darbe altındaki davranışını deneysel olarak araştırmıştır [1]. Düşürme ağırlıklı darbe testleriyle yapılan çalışma, kompozit yapıların geleneksel metallere göre farklı deformasyon modları sergilediğini ve bazı tasarımlar için avantajlı olduğunu ortaya koymuştur.

Taheri ve arkadaşları, araç gövdesinde yer alan çarpışma kutularının yapısal davranışlarını farklı tasarımlar üzerinden hem deneysel hem de sayısal yöntemlerle incelemiştir [2]. Araştırma, çarpışma kutularında meydana gelen lokal burkulma, deformasyon dağılımı ve enerji yayılımını analiz ederek güvenlik tasarımlarına yönelik tasarım kriterleri geliştirmiştir.

Ang ve arkadaşları, biyokompozit malzemelerle üretilmiş çarpışma kutularının performansını analiz etmiş ve farklı kesit geometrilerinin enerji soğurma üzerindeki etkisini araştırmıştır [3]. Yağ palmyesi ve kenaf elyafından üretilmiş biyokompozitlerin, özgül enerji soğurma ve ezilme kuvveti verimliliği açısından çelik ve karbon fiber ile karşılaştırıldığında sürdürülebilir ve etkili bir alternatif oluşturabileceği ortaya konmuştur.

Osman ve ekibi, kare, silindirik, konik ve çok hücreli gibi farklı çarpışma kutusu geometrilerini sayısal simülasyonlar aracılığıyla karşılaştırmıştır [4]. Çalışma, özellikle çok hücreli ve konik kesitli kutuların çarpışma esnasında daha dengeli bir deformasyon ve yüksek enerji sönmeme kapasitesi sağladığını göstermektedir. Bu yönüyle, optimum geometri seçiminde rehber niteliği taşımaktadır.

Ceyhan ve Yıldız ise çok hücreli çarpışma kutularının performansını farklı dış kesit geometrileri (dairese, kare, altıgen ve sekizgen) üzerinden incelemiştir [5]. Toplamda 24 farklı tasarım üzerinde yapılan sayısal analizler sonucunda O6 modeli, özgül enerji soğurma açısından en iyi sonucu vermiştir. Çalışma, çok hücreli yapıların tek hücreli sistemlere göre daha verimli olduğunu açık biçimde ortaya koyarak, geometri tabanlı tasarım optimizasyonuna katkı sağlamaktadır.

4. SONLU ELEMANLAR MODELİ

Bu çalışmada, çarpışma traversinin performansını değerlendirmek için farklı analiz tiplerine göre sonlu elemanlar metodu ile hem tam ölçekli araç modeli hem de küçültülmüş çarpışma kutusu modellerinin kurulumu pre-post yazılımı ile yapıldı. Tam ölçekli bir araç modelinin karmaşık yapısını doğal bileşenlerine ayırarak (gövde, kapılar, çarpışma kutuları, motor, tampon, koltuk, süspansiyon) ve her bir ayrılmış bileşen içinde sonlu elemanlar modelini oluşturarak basitleştirmek, maliyet ve süre açısından daha etkili bir çözümdür. Tam Ölçekli SE Modeli, her bileşenin sonlu elemanlar modeli ile birleştirilerek montaj yaklaşımı ile tamamlanacaktır. Çarpışma analizleri bu analizlere özgü geliştirilmiş explicit method kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tam ölçekli model 13 milyon elemandan oluşmaktadır.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Otomotiv sektöründe çelikler; güvenlik, hafiflik ve üretim verimliliği açısından kritik rol oynar. Düşük karbonlu yumuşak çelikler (Grade3/Grade4) genellikle iç aksamlar ve kaporta panelleri gibi estetik yüzeyler için tercih edilir. Grade3 mekanik özellikler açısından grade4 e göre daha yüksek bir kalite seçilmiştir. Orta düzey mukavemet sunan yüksek dayanımlı çelikler (Grade2) taşıyıcı yapılar ve enerji emici bölgelerde kullanılırken, ileri çelik türleri (Grade3) yüksek dayanım ve şekillenebilirlik sayesinde çarpışma anında enerji sönmeme özelliğiyle öne çıkar. Her çelik türü, aracın performansı ve güvenliği açısından belirli bir işlevi yerine getirir. Altı farklı çarpışma senaryosu için yürütülen sonlu elemanlar analizleri sonucunda elde edilen yapısal performans

kriterleri karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Traversin malzeme kalitesi ve kesit derinliğinin çarpışma performansı üzerindeki etkileri detaylı olarak irdelenmiştir. Şekil (8)' de analizlerde kullanılan traverse modeli, Grade1 malzemenin ve diğer malzemelerin AA bölgesindeki kesitten derinliği gösterilmiştir. Grade1 malzeme için şekillendirilebilme özelliğinden doğan kesitin derinliğinin performansa etkisinin gözlemlenmesi hedeflenmiştir.



Şekil 32 Çarpışma Traversi Kesit Görüntüsü

Tablo (1)' de analizlerde kullanılan çarpışma kutusu ve çarpışma traversi için kullanılan malzeme detayları ve kalınlık bilgileri paylaşılmıştır.

MATERIAL	TRAVERSE	THICKNESS	CRASHBOX	THICKNESS
GRADE1	TWIP	1.4 mm	DP600	1,6 mm
GRADE2	DP600	1.4 mm	DP600	1,6 mm
GRADE3	FEE340	1.4 mm	DP600	1,6 mm
GRDAE4	FEP04	1.4 mm	DP600	1,6 mm

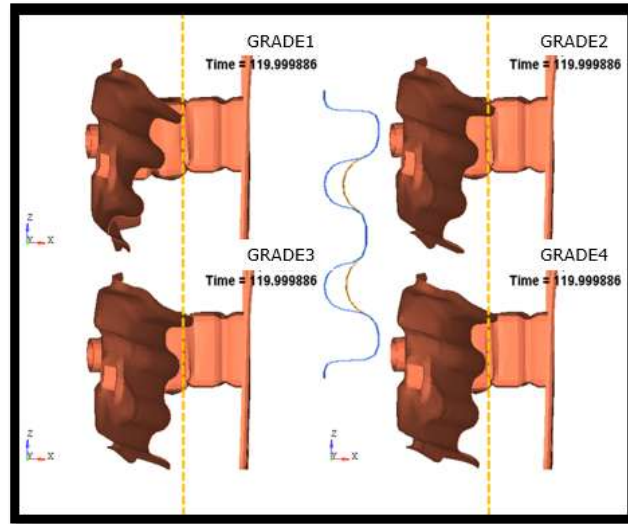
Tablo 11 Malzeme ve Parça Kalınlık Bilgileri

Öncelikle düşük hızda gerçekleştirilen analizlerin (RCAR, DROP) çarpışma sırasında çarpışma kutusu ve traversin yapısal etkilerini anlamak için absorbe ettikleri enerji miktarı ve sistemin içindeki yüzde oranlarını karşılaştırmalı olarak tablo (2)' de incelediğimizde çarpışma traversinin en fazla enerji absorbe ettiği senaryonun RCAR performansı olduğunu görmekteyiz. Bu analizde çarpışma traversi Drop ve RCAR yapısal analizlerinde farklı olarak aracın %40'lık kısmı yerine tamamını karşılayan bir senaryo olduğundan etkisini daha yüksek belirgin olarak görmekteyiz. Tekil olarak değerlendirildiğinde çarpışma kutusunun etkisi çarpışma traversinin absorbe ettiği enerjiden daha yüksektir. Farklı malzeme tipleri değerlendirildiğinde düşük hızda çarpma performanslarında Grade1 malzeme diğerlerine göre daha fazla enerji absorbe edebilmiştir.

PERFORMANCE	MATERIAL	INTERNAL ENERGY (kJmm)		
		TRAVERSE%	CRASHBOX%	TRAVERSE-CARSHBOX %
DROP TEST	GRADE1	8,1	90,3	98,4
	GRADE2	7,8	90,5	98,4
	GRADE3	7,6	90,9	98,5
	GRADE4	6,9	91,1	98,0
PERFORMANCE	MATERIAL	TRAVERSE%	CRASHBOX%	TRAVERSE-CARSHBOX %
RCAR STRUCTURAL	GRADE1	5,5	40,6	46,1
	GRADE2	5,0	38,4	43,4
	GRADE3	4,9	40,7	45,7
	GRADE4	4,1	40,9	45,0
PERFORMANCE	MATERIAL	TRAVERSE%	CRASHBOX%	TRAVERSE-CARSHBOX %
RCAR BUMPER	GRADE1	15,7	14,8	30,5
	GRADE2	14,2	14,8	29,0
	GRADE3	13,7	15,8	29,4
	GRADE4	12,0	15,5	27,5

Tablo 12 Düşük Hızda Çarpma Analiz Sonuçları

Grade1 malzemenin daha fazla enerji absorbe etmesinin sebebi daha fazla şekil verilebilir olmasından dolayı kesit derinliğine sahip olmasıdır. Dört farklı malzemenin analiz sırasındaki hareketini şekil (9)'den incelediğimizde Grade1 malzeme ile olan senaryoda diğer çeliklere göre daha az girişime uğrayıp gelen kuvveti üzerinde absorbe etmiştir.



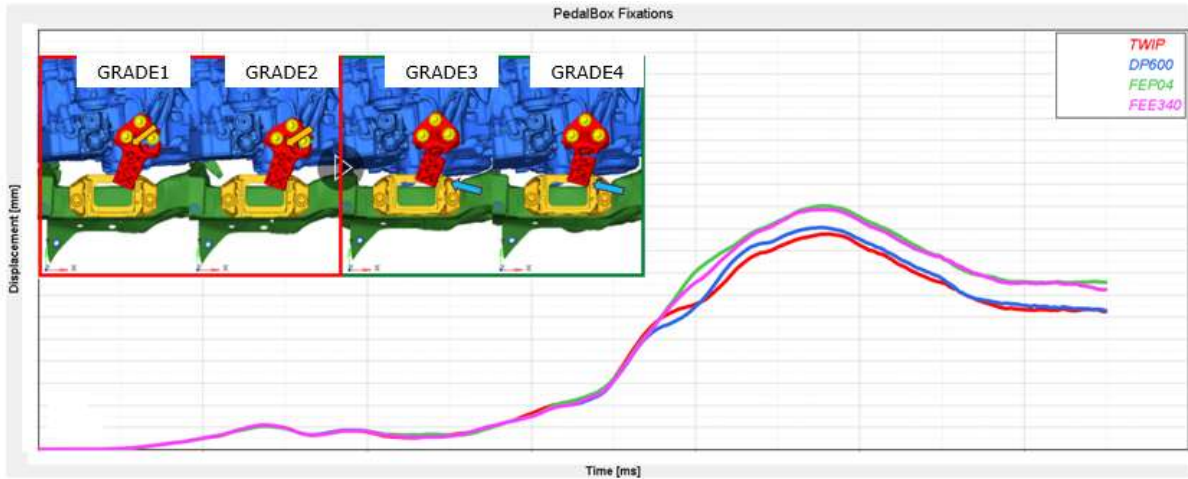
Şekil 33 Traverse Kesit Etkisi

Yüksek hızda gerçekleştirilen analiz sonuçlarını tablo (3)'de incelediğimizde aracın tamamını karşılayan senaryolarda (ECE94 ve FRW) çarpışma kutusu çarpışma traversine göre daha fazla enerji absorbe etmiştir. Aracın ortasından direğe vurmaya temsil eden Front Pole analizinde ise çarpışma traversi çarpışma kutusuna göre daha fazla enerji absorbe etmiştir. Tüm sistem üzerinde absorbe ettikleri enerji oranlarına baktığımızda yüksek hızlı çarpışmalarda çarpışma kutusu ve traversinin etkisi oldukça düşüktür.

PERFORMANCE	MATERIAL	INTERNAL ENERGY (kJmm)		
		TRAVERSE%	CRASHBOX%	TRAVERSE-CRASHBOX %
ECE94	GRADE1	3,1	6,4	9,5
	GRADE2	3,1	6,4	9,6
	GRADE3	3,0	6,3	9,3
	GRADE4	2,6	6,4	9,0
PERFORMANCE	MATERIAL	TRAVERSE%	CRASHBOX%	TRAVERSE-CRASHBOX %
FRW	GRADE1	1,9	10,8	12,7
	GRADE2	2,1	10,8	12,9
	GRADE3	2,1	10,8	12,9
	GRADE4	2,0	10,7	12,7
PERFORMANCE	MATERIAL	TRAVERSE%	CRASHBOX%	TRAVERSE-CRASHBOX %
FRONT POLE	GRADE1	7.3	2.8	10.1
	GRADE2	4.8	2.4	7.1
	GRADE3	4.4	2.1	6.5
	GRADE4	3.5	1.6	5.0

Tablo 13 Yüksek Hızda Çarpma Analiz Sonuçları

Yüksek hızda çarpışmalarda traversin etkisi düşük olsa da ECE94 analizinde olduğu gibi ön yük yolunun davranışlarını değiştirebilmektedir. Çarpışma traversi aracın yük yollarına gelecek olan kuvvetin dağılımını etkileyerek ön yük yolunun davranışının farklı olmasına sebebiyet vererek motor takozunun Grade1/Grade2 ile Grade3/Grade4 senaryolarında farklı noktalardan kırılmasına neden olmuştur. Motor takozu davranışının değişmesiyle motor bütününe aracın ön paneline yaptığı girişim seviyesi değişmiştir.



Şekil 34 ECE94 Analiz Sonucu

Tüm senaryolar birlikte değerlendirildiğinde:

- Çarpışma traverse etkisini düşük hızlı çarpma senaryolarında yüksek hızlı çarpışmalara göre daha fazla görmekteyiz. Fakat ECE94 gibi önden çarpma analizlerinde ön yük yolunun davranışı değişebilir ve buna bağlı olarak motor takozu davranışı da değişebilir. Pozitif veya negatif bir etki oluşturabilir.
- RCAR tampon analizlerinde Grade1 malzemenin daha fazla şekil verilebilir olmasından kesit etkisi görülebilmekte ve diğer malzemelere göre (Grade2, Grade3, Grade4) daha fazla enerji absorbe ediyor.
- RCAR yapısal analizlerinde traverse malzeme değişikliğinin önemli bir etkisi görülmedi. Çarpışma kutusu traverse göre daha etkili.
- Front pole analizlerinde Grade1 malzemeli traversin kesit etkisini görebilmekteyiz. Çarpışma kutusuna göre daha fazla enerji absorbe etmektedir.
- Grade1 çeliği, yüksek şekillenebilirliği sayesinde hem düşük hem de yüksek hızlı darbe senaryolarında daha etkin bir enerji absorpsiyonu sağlamaktadır.
- Travers kesit derinliğinin artırılması, deformasyon kontrolünü iyileştirirken aynı zamanda yolcu güvenliğine katkı sağlamaktadır.
- RCAR tampon testi gibi düşük hızlı testlerde traversin doğrudan etkisi, çarpışma kutusundan daha baskın şekilde hissedilmektedir.
- Grade1 çeliğiyle optimize edilen tasarımlar, yüksek maliyetli onarım ihtimallerini azaltma potansiyeli taşımaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİ

Bu çalışmada, çelik malzemeden üretilmiş ön çarpışma traversi bileşeninin, farklı darbe senaryoları altındaki yapısal performansı; malzeme kalitesi ve kesit derinliği parametreleri dikkate alınarak sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmiştir. RCAR, Drop, ECE R94 ve Front Pole, FRW test konfigürasyonları kapsamında yapılan analizlerde, çarpışma traversinin enerji sönümleme, kuvvet yayılımı ve deformasyon kontrolü üzerindeki etkileri sistematik olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar, travers bileşeninin özellikle düşük hızlı çarpışmalarda darbenin yayılmasında ve enerji emiliminde kritik rol oynadığını ortaya koymuştur. Grade1 çeliği, diğer Gradelere sahip çeliklere göre daha yüksek enerji absorpsiyonu ve daha kontrollü deformasyon sağlamıştır. Kesit derinliğinin artması ise yapısal rijitliği ve yolcu kabine aktarılan yüklerin azaltılmasında etkili olmuştur.

7. KAYNAKÇA

1. Puckett, Y. A. D., Beynon, J. H., & Zhang, H. (2018). *Drop-weight impact testing for the study of energy absorption in automobile crash boxes made of composite material*. Composite Structures, 184, 1172–1180.
2. Taheri, M. M. R., Ghaffarzadeh, A., & Saidi, H. (2014). *Studies about the behavior of the crash boxes of a car body*. Applied Mechanics and Materials, 564, 39–43.
3. Ang, X. Y., Hassan, C. S., Soh, S. Y., Oluğu, E. U., Abdullah, N. F., Yu, L. J., & Abdul Aziz, N. (2023). *Evaluation of automotive bio-composites crash box performance*. International Journal of Automotive and Mechanical Engineering (IJAME), 20(3), 10313–10328.

4. Osman, O. A., Elkelawy, A., Guner, H., Mishra, R. K., Abouheaf, T., & Ali, H. M. (2021). *A study of using different crash box types in automobile frontal collision*. Materials Today: Proceedings, 45(2), 1316–1321.
5. Ceyhan, M., & Yıldız, B. S. (2023). *Investigation of Crash Performance of Multi-Cell Crash-Boxes*. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 38(3), 613–621.

SAĞLIK BİLİMLERİ

İdiopatik Oluşumlu Rice Body Cisimciklerine Bağlı Rotator Cuff Yırtığı; Nadir Bir Olgu Sunumu

Ekrem ÖZDEMİR¹, Oya Olcay ÖZDEŞ², Hüseyin Utku ÖZDEŞ³

¹E-mail: e.o.1986@hotmail.com; Erzurum Şehir Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü Erzurum / Türkiye.

²E-mail: oyayilmaz@hotmail.com; Battalgazi Devlet Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Bölümü, Malatya/ Türkiye.

³E-mail: dr.utkuozdes@gmail.com; İnönü Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, Malatya / Türkiye.

Özet

Omuzda ağrı ve eklem romlarında kısıtlılık bulgularıyla semptom oluşturan rotator cuff yırtıkları, ortopedik cerrahların sık karşılaştığı yaygın bir klinikte. Travmatik ve dejeneratif olabilen bu yırtıklar, bazen de eklem içi anormal depozitlere sekonder görülür. Biz otoimmün hastalıklarda görülen rice body cisimlerinin sebep olduğu bir cuff yırtığı olgusunu paylaşıyoruz. Sol omuzda ağrı ve hareketlerinde kısıtlılığı olan hastamızda çekilen manyetik rezonans görüntüleriyle çok sayıda subakromial bölgede birikimler saptandı. Özgeçmişinde ek bir hastalığı olmayan ve fizik muayenesinde enfeksiyöz bulgular saptanmayan hastada, cuff rüptürüne ve depozitlerin eksizyonuna yönelik cerrahi uygulandı. Cuff tendinopatisi sık görülen bir hastalık olmasına rağmen rice body sinoviti ve mekanik etkileriyle cuff yırtığı görülmesi oldukça nadirdir. Otoimmün hastalık tanısı olmayan bir hastada bu lezyonların gelişmesi de bu tabloyu farklı kılmaktadır. Kronik inflamasyon zemininde gelişen rice body cisimciklerinin erken dönemde, sistemik bulgu vermeden omuzda bir kitle gibi bulgu verebileceği unutulmamalı, tamamen idiyopatik gelişebileceği düşünülse de hastaya otoimmün yatkınlık açısından rehberlik yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Cuff yırtığı, omuz, rice body

Abstract

Rotator cuff tears, which cause symptoms of shoulder pain and limited range of motion in joints, are a common clinic frequently encountered by orthopedic surgeons. These tears, which can be traumatic or degenerative, are sometimes seen secondary to abnormal deposits within the joint. We share a case of a cuff tear caused by rice bodies seen in autoimmune diseases. In our patient with pain and limited movement in the left shoulder, magnetic resonance images revealed numerous accumulations in the subacromial region. In a patient with no additional diseases in their medical history and no infectious findings in the physical examination, surgery was performed for cuff rupture and excision of the

deposits. Although cuff tendinopathy is a common disease, the occurrence of cuff tears due to rice body synovitis and mechanical effects is quite rare. The development of these lesions in a patient without a diagnosis of autoimmune disease also makes this case unique. It should be noted that rice bodies, which develop on the basis of chronic inflammation, can present as a mass in the shoulder early on without systemic findings, and although they may be thought to develop completely idiopathically, the patient should be guided regarding autoimmune predisposition.

Keywords: Cuff tear, shoulder, rice body

GİRİŞ

Rotator cuff yırtıkları çok yaygın görülen ortopedik hastalıklardandır ve hastaların yaşam kalitesini olumsuz etkiler. Gece etkilenen taraf üzerine yatarken ağrı, gündelik işler sırasında omuz eklem romlarında ağrı ve kısıtlılık major bulguları arasındadır. Literatürde iyi tanımlanmış olan cuff yırtıklarının etiolojisi, omuzda impingement, farklı akromion tipleri, bireysel demografik faktörler, yaşlılığa bağlı dejenerasyon-mikrotravma, oksidatif stres ve vasküler bozukluklar gibi bir çok patolojiyle ilişkilendirilmiştir (Longo, Berton, Khan, Maffulli, & Denaro, 2011; Themessl et al., 2023).

Rice body (RB) sinoviti nadir görülen bir hastalıktır. Aslında tek başına bir hastalık olup olmadığı tartışma konusudur ve altta yatan bir hastalığa sekonder depozit bulgusu olarak daha önce tüberküloza bağlı enfekte olmuş eklem içi patoloji olarak bildirilmiştir (Jeong, Cho, Lee, Hwang, & Kim, 2013). Ancak sadece tüberküloza özgü olmayıp, enfeksiyöz ve romatolojik artritlere sekonder olduğu da gösterilmiştir (Subramaniam, Tan, Chau, & Lee, 2012). Biz bu yazıda klinik, radyolojik ve patolojik özellik gösteren ve altta bilinen bir hastalığa sekonder gelişmeyen rice body cisimciklerinin bir kadın hastada omuz tutulumunu sunuyoruz. İnflamatuar bir süreç olmadan oluşan RB'ler ve bunun sonucu olarak rotator cuff yırtığının gelişimini paylaşıyoruz. Bu vakayla rotator cuff yırtığı etyolojisinde sık rastlanılan etyoloji dışında RB sinoviti gibi nadir bir sebebin de bulunabileceğini, omuz bölgesindeki RB'lerin idiyopatik olabileceğini, hastaların tanı ve tedavileri için örnek bir vaka olduğunu göstermeyi hedefliyoruz.

VAKA SUNUMU

Altmış iki yaşında kadın hasta, sol omuzda yaklaşık 2 yıl önce başlayan aktivite ile artan ağrı, son 2 aydır ise şiddetli gece ağrısı, şişlik ve kısıtlılık yakınmaları nedeniyle ortopedi polikliniğine başvurdu. Hastanın dominant tarafı sağ tarafıydı. Hastanın tıbbi özgeçmişinde travma ve geçirilmiş bir cerrahi öyküsü yoktu. Ek hastalık olarak hipertansiyonu mevcuttu. Yapılan kan tahlillerinde; hemogram ve biyokimyasal belirteçleri normal sınırlar içerisindeydi. Hastanın fizik muayenesinde, omuz eklem hareketlerinde aktif ve pasif olarak fleksiyon, abduksiyon ve iç rotasyonda ağrı mevcuttu. İncelemede sol omuzda, sağa göre belirgin şişlik mevcuttu. Isı, artışı, kızarıklık saptanmadı. Fleksiyon, abduksiyon ve dış rotasyon hareketlerinde ölçülen açılar sırasıyla 75,50 ve 25 derece olup kısıtlılık kaydedildi. Hastaya uygulanan Jobe ve Full can testleri pozitif.

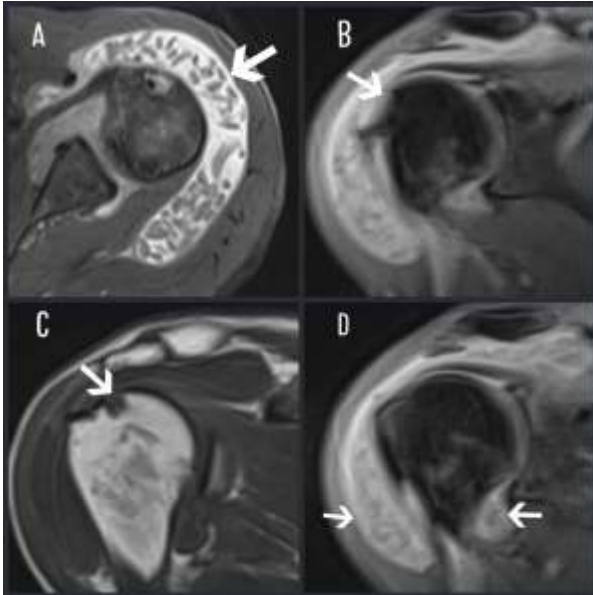
Hastaya çekilen omuz grafilerinde subakromiyal aralıkta genişleme mevcuttu. Glenohumeral eklem ve akromial ark normal olarak değerlendirildi, dejeneratif bulgular saptanmadı (**Resim 1**). Manyetik rezonans görüntülemesinde T2 sekansta hipointens alanlar mevcuttu. Glenohumeral ve subakromiyal alanda yaygın, çok sayıda RB görüntüsü izlendi. Buna bağlı supraspinatta rüptür ve yer yer kemik destrüksiyonları (**Resim**

2) saptandı. Hastada RB sinoviti ön tanısı düşünülüp, rice bodylerin eksizyonu ve cuff onarımı planlanarak cerrahi tedavi önerildi. Cerrahi tedavi için bilgilendirilmiş onam alındı.

Resim 1. Ameliyat öncesi (A) ve sonrası (B) omuz grafileri



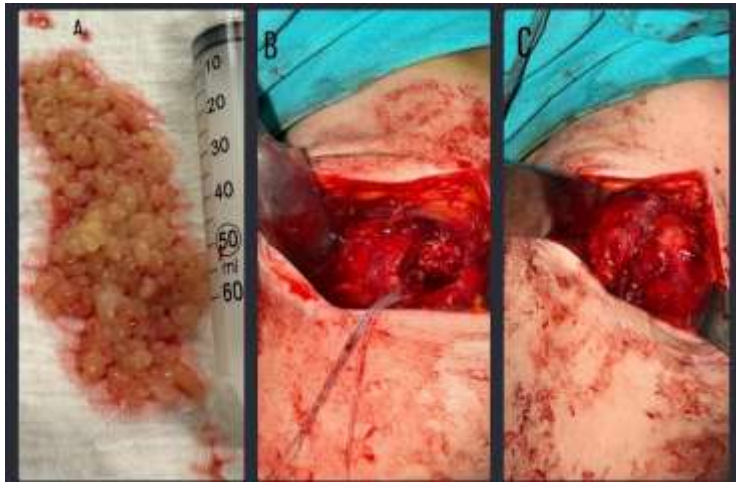
Resim 2. Rice body sinovitinin MR görüntüsü (A), Supraspinatta yırtık (B), kemik destrüksiyonu ve yaygın sinovit (C,D) (Beyaz oklar ile işaretlenmiş)



Cerrahi öncesi, perioperatif ağrı kontrolü için interskalen blok yapıldı ve sonrasında hasta genel anestezi altında şezlong pozisyonunda cerrahiye alındı. .Anterolateral transdeltoid yaklaşımla mini cilt insizyonu yapıp, cilt ve cilt altı dokular diseke edilerek geçildi. Deltoid orta lifleri split ayrıldı. Subdeltoid bursa rezeke edilip supraspinatusa ulaşıldı. Tam kat yırtık olduğu intaroperatif teyit edildi. Supraspinatın yırtık

lifleri arasında glenohumeral ve subakromial alana doğru geniş yayılım gösteren çok sayıda RB mevcuttu. RB'ler sinovyumla birlikte total olarak eksize edilip, subakromiyal dekompresyon yapıldı. Eksizyon materyali patolojik tanı için spesmen olarak patoloji laboratuvarına gönderildi. Rotator cuff bir adet anchor ve bir adet push-lock ile onarıldı (**Resim 3**). Deltoid onarımı yapıldı. Cilt ve cilt altı kesiler primer olarak kapatıldı. Pansuman yapılıp ve velpeau bandajı uygulanarak operasyona son verildi. Hasta bir gün sonra taburcu edildi. İkinci haftada sutürler alındı. Postoperatif 6. Haftada velpeau bandajı sonlandırıldı ve hasta fizik tedavi protokolleri için fizik tedavi polikliniğine yönlendirildi.

Resim 3. Rice bodylerin intraoperatif görünümü (A), Cuff yırtığının onarım öncesi (B) ve sonrası görünümü (C)



Eksize edilen biyopsi materyalleri RB sinoviti olarak raporlandı. Yirmi aylık takipte omuz eklem hareket açıklığı normal değerlere ulaştı. Hastanın omuz bölgesinde şişlik geriledi. Gece ağrıları ortadan kalkmıştı. Kontrol grafilerinde ve çekilen kontrol MR incelemesinde nüks lezyonlar saptanmadı.

TARTIŞMA

Omuz ağrısı nedeniyle ortopedi polikliniklerinde değerlendirilen hastalarda rotator manşet yırtığı oldukça sık görülen bir patolojidir. Etiolojisinde yaşa bağlı dejenerasyon, mikro ve makro travmalar yer alırken, sigara içme, hiperkolesterolemi, genetik yatkınlıkla da ilişkilendirilmiştir (Tashjian, 2012). Cuff yırtıklarının etiolojisinde omuz içerisinde yer kaplayan kitleler klasik nedenlere göre oldukça azdır. Bu tür vakalarda hem klinisyen, hem de hasta kitlenin doğasına odaklanır, cuff yırtığı tedavisi ikinci planda kalır. Ancak genellikle omuz yerleşimli kitleler benign karakterlidir ve asıl bulgular cuff tendinopatisiyle ilişkilidir. Ağrı şikayetinin çok olduğu omuz yerleşimli pigmente villonodüler sinovit kaynaklı cuff yırtıkları paylaşılmıştır (Gumina et al., 2013; Ji, Shafi, Park, & Kim, 2009). Ayrıca omuzda sinovyal kistler, akromioklavikuler eklem kistleri, ganglion kistleri, kalsiyum pirofosfat dihidrat birikimine bağlı kistik görünümlü yapılar da cuff yırtıkları şeklinde klinik bulgu verir (Cho, 2014; Nance, Jones, & Kaye, 1982; Rodriguez, Mombelli, & Cunningham, 2024). Bizim olgumuzda da farklı kistik oluşumlar, omuzda ciddi şişlik yapan çok sayıda RB'ler mevcuttu. Hasta yakınması cuff yırtığı kaynaklı olmasına rağmen, ele gelen şişlik ve görüntülemeler ile ortaya konan lezyonlar hasta açısından kaygı uyandırıcıydı. Nadir bir lezyon olan RB'ler, omuzda yerleşim gösterebilir ve masif cuff yırtığına neden olabilir.

Rice body'ler daha çok romatizmal ve inflammatuar artritlere sekonder gelişir. Omuz yerleşimli subakromial bursite sebep olan rice RB'ler, bir romatoid artrit hastasında cerrahi ile tedavi edilmiştir (Subramaniam et al., 2012). Enfeksiyöz kaynaklı oluşan RB'ler ise tüberküloza sekonder kronik inflamasyon kökenli olarak gösterilse de kandidaya bağlı RB oluşumu da tanımlanmıştır (Jeong et al., 2013). RB oluşumunda altta genellikle immün bir reaksiyon vardır. Bizim vakamızda ayrıntılı muayene ve tıbbi öykü incelendiğinde herhangi bir otoimmün hastalık bulunmamaktadır. Muayenede inflamasyonu gösteren bulgular ısı artışı, kızarıklık saptanmamıştır. Septik bir omuz eklemi yoktur. Şikayetler tamamen mekanik semptomlar kaynaklıdır. Nadir olan bu patolojik oluşum 20 aylık takipte idiopatik olarak yorumlanmıştır.

Rice body'ler makroskopik olarak kümelenmiş, pürüzsüz, cilalı görünüme sahiptir. Mikroskopik incelemede ise fibrin ve kollajen ile çevrili akut ve/veya kronik inflamasyon bulguları vardır ancak mikroorganizma ya da pigment birikimi göstermez (Bhat, Khurana, Fanaroff, Adams, & Rabinowitz, 2020). Fizik muayene ile belirlenip şüphelenilen olası cuff yırtıklarında, yağlı atrofi, tendonda retraksiyon ve yırtığın saptanması için MR altın standarttır. Yumuşak dokulardaki RB birikimini gösteren MR kesitleri ile birlikte yırtık, kemikte erozyon vakamızda da MR ile saptanmıştır. Cerrahi sonrası histopatolojik inceleme ile makroskopik teyit edilen RB'ler kesin olarak tanımlanmıştır. Major travma olmaksızın dejenerasyon zeminiyle gelişen cuff yırtıklarında görülen kronik inflamasyonla, RB gelişimine neden olan inflamasyonun birbiriyle ilişkili olabileceğini düşünüyor ve anlamlı buluyoruz.

Cuff yırtıklarının tedavisi; yırtığın nedeni, büyüklüğü, şekli, oluş mekanizması ve hastaların özellikleri gibi birçok faktörden etkilenir. Konservatif ya da cerrahi tedaviler için karar verirken tedavi her hasta için bireyselleştirilmedir. Bizim olgumuzda cuff yırtığına neden olan ve mekanik semptomlar yaratan bir patoloji olduğu için cerrahi tedavi ön plandadır. Sadece RB sinoviti olan ve az sayıda ya da tek bir lezyon olan vakalarda artroskopik cerrahi düşünülebilir (Xu, Yang, & Zhao, 2015). Vakamızda sinovit yayılımının geniş ve eklem distaline de uzanım gösteriyor olması sebebiyle mini open-açık teknikle cerrahi yapılmıştır. Uygulanan cerrahi teknik uygulama kolaylığı, geniş ekspozure ve eksizyona izin vermesi açısından avantajlıdır.

SONUÇ

Rice body sinovitinin omuz ekleminde görülmesi ve rotator cuff da yırtık oluşturması çok nadir rastlanan bir durumdur. Yırtık etiyolojisi oldukça geniş olmasına rağmen, mekanizmalar bellidir. Rice body ise otoimmün-romatizmal hastalıklarda ve enfeksiyöz hastalıklarda görülür. Göreceli olarak kısa takip süreli bir olguda tanı almamış, idiopatik bir rice body depozitine bağlı cuff yırtığı gelişebilir. Hastalar cerrahi sonrası nüks ve etyoloji açısından uzun süre takip edilmelidir.

KAYNAKÇA

- Bhat, P., Khurana, S., Fanaroff, R., Adams, S. M., & Rabinowitz, R. P. (2020). Rice body formation due to Haemophilus parainfluenza-associated chronic arthropathy. *IDCases*, 23. <https://doi.org/10.1016/J.IDCR.2020.E01030>
- Cho, C. H. (2014). Complicated acromioclavicular joint cyst with massive rotator cuff tear. *American Journal of Orthopedics (Belle Mead, N.J.)*, 43(2), 70–73.
- Gumina, S., Carbone, S., Campagna, V., Castagna, A., Rocca, C. D., & Giannicola, G. (2013). Pigmented villonodular synovitis of the shoulder associated with massive rotator cuff tear treated by

arthroscopic synovectomy and debridement. *Musculoskeletal Surgery*, 97 Suppl 1(1 SUPPL).
<https://doi.org/10.1007/S12306-013-0258-Z>

- Jeong, Y. M., Cho, H. Y., Lee, S. W., Hwang, Y. M., & Kim, Y. K. (2013). Candida septic arthritis with rice body formation: a case report and review of literature. *Korean Journal of Radiology*, 14(3), 465–469. <https://doi.org/10.3348/KJR.2013.14.3.465>
- Ji, J. H., Shafi, M., Park, S. E., & Kim, W. Y. (2009). Subacromial bony erosion: a rare presentation of pigmented villonodular synovitis of the shoulder. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy : Official Journal of the ESSKA*, 17(5), 534–538. <https://doi.org/10.1007/S00167-009-0752-X>
- Longo, U. G., Berton, A., Khan, W. S., Maffulli, N., & Denaro, V. (2011). Histopathology of rotator cuff tears. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 19(3), 227–236.
<https://doi.org/10.1097/JSA.0B013E318213BCCB>
- Nance, E. P., Jones, T. B., & Kaye, J. J. (1982). Dissecting synovial cysts of the shoulder: A complication of chronic rotator cuff tears. *American Journal of Roentgenology*, 138(4), 739–741.
<https://doi.org/10.2214/ajr.138.4.739>
- Rodriguez, A., Mombelli, S., & Cunningham, G. (2024). Atypical Presentation of Bilateral Acromioclavicular Joint Cysts Extending Medially into the Trapezius Muscles: A Case Report and Literature Review. *Journal of Orthopaedic Case Reports*, 14(11), 135–142.
<https://doi.org/10.13107/JOCR.2024.V14.I11.4942>
- Subramaniam, R., Tan, J. W. L., Chau, C. Y. P., & Lee, K. T. (2012). Subacromial bursitis with giant rice bodies as initial presentation of rheumatoid arthritis. *Journal of Clinical Rheumatology : Practical Reports on Rheumatic & Musculoskeletal Diseases*, 18(7), 352–355.
<https://doi.org/10.1097/RHU.0B013E3182677023>
- Tashjian, R. Z. (2012). Epidemiology, natural history, and indications for treatment of rotator cuff tears. *Clinics in Sports Medicine*, 31(4), 589–604. <https://doi.org/10.1016/J.CSM.2012.07.001>
- Themessl, A., Wagner, T., Rupp, M. C., Degenhardt, H., Woertler, K., Hatter, K. A., ... Pogorzelski, J. (2023). “Functional outcomes and MRI-based tendon healing after (antero-) superior rotator cuff repair among patients under 50 years: retrospective analysis of traumatic versus non-traumatic rotator cuff tears.” *BMC Musculoskeletal Disorders*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/S12891-023-06174-7>
- Xu, C., Yang, X., & Zhao, J. (2015). Arthroscopic treatment for synovial chondromatosis of the subacromial bursa associated with partial rotator cuff tear. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy : Official Journal of the ESSKA*, 23(2), 600–602. <https://doi.org/10.1007/S00167-014-3308-7>

Sağlık Bilgi Sistemlerinin Sağlık Yönetimi Ders Müfredatı Açısından İncelenmesi

Examination of Health Information Systems in Terms of Health Management Course Curriculum

Alper Veli ÇAM¹, Kiraz YÜCEDAĞ²

¹E-mail: alpercam@gumushane.edu.tr ; Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Gümüşhane / Türkiye.

²E-mail: kirazyucedag02@gmail.com; Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Gümüşhane / Türkiye.

Özet

Bu çalışma, Türkiye’deki üniversitelerin sağlık yönetimi bölümlerinin ders müfredatlarını sağlık bilgi sistemleri açısından incelemeyi amaçlamaktadır. Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Atlas üzerinden Türkiye’deki farklı üniversitelerin sağlık yönetimi bölümlerinin ders müfredatlarını üzerinde içerik analize yapılmıştır. Çalışmada, sağlık bilgi sistemlerinin hangi müfredatlar da yer aldığı, eksikliklerin neler olduğu ve bu sistemlerin eğitim sürecine entegrasyonunun önemi değerlendirilmiştir. Sağlık bilgi sistemlerinin sağlık hizmetleri kalitesini artırma, verimliliği sağlama, kaynakları verimli kullanma ve karar alma süreçlerine katkı sağlaması incelenmiştir. Ayrıca, sağlık yönetimi müfredatlarında bu sistemlerin yeri ve eksiklikleri tartışılmıştır. Sağlık bilgi sistemlerinin eğitim süreçlerinde yeterince yer alıp almadığı araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, sağlık bilgi sistemlerinin sağlık yönetimi eğitiminde daha fazla yer alması, müfredatların zenginleştirilmesi, uygulamalı eğitim fırsatlarının artırılması ve sektörle iş birliği içinde geliştirilen projelerin müfredata entegrasyonu gibi öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ders müfredatları, sağlık bilgi sistemleri, sağlık yönetimi, dış paydaş analizi

Abstract

This study aims to examine the course curricula of health management departments of universities in Turkey in terms of health information systems. The curricula of health management departments at different universities in Turkey were analyzed using content analysis via the Higher Education Council (YÖK) Atlas. The study evaluated which curricula include health information systems, what the shortcomings are, and the importance of integrating these systems into the education process. Health information systems were examined in terms of their contribution to improving the quality of health services, ensuring efficiency, using resources efficiently, and supporting decision-making processes. Furthermore, the place of these systems in health management curricula and their shortcomings were discussed. It was investigated whether health information systems were sufficiently included in the educational process. As a result of the study, recommendations were made, such as increasing the place of health information systems in health management education, enriching the curricula, increasing practical training opportunities, and integrating projects developed in collaboration with the sector into the curriculum.

Keywords: Course curricula, health information systems, health management, external stakeholder analysis

GİRİŞ

Günümüzde bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, sağlık sektöründe köklü dönüşümler yaratmış; bu dönüşümün merkezinde ise sağlık bilgi sistemleri yer almıştır. Sağlık bilgi sistemleri, sağlık hizmetlerinin sunumunda karar alma süreçlerini hızlandırmakta, hasta bakım kalitesini artırmakta ve kaynakların etkin kullanılmasını sağlamaktadır (Yusof vd., 2008). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) de sağlık bilgi sistemlerini, sağlık hizmetlerinin geliştirilmesi için temel bileşenlerden biri olarak tanımlamaktadır (World Health Organization [WHO], 2010). Sağlık bilgi sistemleri ayrıca biyomedikal ve sağlık bilişimi için en önemli alanlardan biridir (Ammenwerth vd., 2017; Haux, 2006). Sağlık hizmetlerinin dijitalleştiği bu çağda, yönetsel süreçlerin dijital veriler üzerinden kurgulanması, sağlık yöneticilerinin bu sistemlere yönelik bilgi ve becerilerle donatılmasını gerekli kılmaktadır.

Türkiye’de sağlık yönetimi lisans programları, sağlık sektöründe görev alacak yöneticilerin yetiştirilmesini amaçlamakla birlikte, sağlık bilgi sistemleri derslerinin müfredatlarda yer alması konusunda üniversiteler arasında ciddi farklılıklar görülmektedir (Top vd., 2013). Bazı programlarda sağlık bilgi sistemleri zorunlu bir ders olarak yer alırken, bazılarında seçmeli ya da hiç bulunmamaktadır. Bu durum, sağlık yöneticilerinin mezuniyet sonrası dijital sistemlere adaptasyonunda güçlükler yaşamasına yol açabilmektedir. Oysa etkin SBS kullanımı, yalnızca teknik bir yeterlilik değil, aynı zamanda stratejik sağlık yönetimi açısından da bir zorunluluk haline gelmiştir (Kumar ve Aldrich, 2010). Diğer taraftan sektör iş birlikleri ve projeler aracılığıyla teorik bilginin pratikte kullanılmasına olanak tanınması, eğitim kalitesini artırmada önemli bir rol oynadığı da bir gerçektir (Hoxmeier ve Lenk, 2003; Demir ve Korkmaz, 2021a). Sağlık hizmetlerinde bilgi sistemlerinin yönetimi için projelerin sistematik olarak planlanması ve yürütülmesi için eğitim programların da yer alması gerekmektedir (Knaup vd., 1998; Braa vd., 2004).

Bu bağlamda araştırmanın temel amacı, Türkiye’deki üniversitelerde yer alan sağlık yönetimi lisans programlarının ders müfredatlarını Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Atlas üzerinden inceleyerek, sağlık bilgi sistemlerinin hangi üniversitelerde, nasıl ve ne ölçüde yer aldığını analiz etmektir. Araştırma, sağlık bilgi sistemleri ile ilgili derslerin içeriksel yeterliliğini sorgulamakta; müfredatlarda eksik ya da yetersiz temsil edilen alanları ortaya koymayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda araştırma problemi, “Sağlık yönetimi lisans programlarında sağlık bilgi sistemleri yeterince temsil edilmekte midir?” sorusu üzerinden şekillendirilmiştir.

Çalışmanın önemi, sağlık hizmetlerinin dijitalleştiği günümüzde, sağlık yöneticilerinin bilişim teknolojileri konusundaki donanımlarının artırılmasının sağlık sisteminin genel verimliliğine olan katkısından kaynaklanmaktadır. Eğitim müfredatlarının bu teknolojik gelişmeleri yansıtması, mezunların sektöre hazır bireyler olarak katılımını kolaylaştıracaktır. Bu bağlamda araştırma, SBS’nin eğitim sürecine entegrasyonuna dair farkındalık oluşturmayı ve sağlık yönetimi eğitimine katkı sağlayacak öneriler sunmayı amaçlamaktadır.

YÖNTEM

Bu araştırma, Türkiye’deki üniversitelerin Sağlık Yönetimi lisans programlarında yer alan sağlık bilgi sistemleri derslerinin müfredat düzeyinde incelenmesini amaçlayan nitel bir çalışmadır. Araştırmada veri toplama yöntemi olarak doküman incelemesi tekniği tercih edilmiştir. İnceleme sürecinde, Yükseköğretim Kurulu’nun resmî platformu olan YÖK Atlas üzerinden üniversitelere ait Sağlık Yönetimi bölümlerinin ders planları ve ders içeriklerine ulaşılmış; bazı üniversitelerde ise ilgili fakültelerin resmî web siteleri ve ders katalogları taranmıştır.

Veriler, 2024-2025 eğitim öğretim yılına ait ders müfredatları temel alınarak toplanmıştır. Üniversitelerde yer alan sağlık bilgi sistemleriyle ilgili dersler; dersin adı, zorunlu ya da seçmeli oluşu, hangi sınıf ve dönemde verildiği, teorik ve uygulamalı saat bilgisi ve içerik kapsamı açısından incelenmiştir. Ayrıca derslerin yalnızca sağlık bilgi sistemlerine doğrudan odaklanıp odaklanmadığı değil, aynı zamanda sağlık bilişimi, dijital sağlık uygulamaları veya bilgi teknolojileri başlıkları altında bu konuyu dolaylı olarak işleyip işlemediği de değerlendirilmiştir.

Araştırmanın örneklemi, coğrafi bölge çeşitliliği, kamu-vakıf dengesi ve müfredata erişim kolaylığı gibi ölçütler göz önünde bulundurularak seçilen on üniversiteden oluşmaktadır. Bu üniversiteler: İstanbul Medipol Üniversitesi, Batman Üniversitesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Marmara Üniversitesi, Başkent Üniversitesi ve İstanbul Arel Üniversitesi’dir. Bu üniversitelere ait veriler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. *Araştırma kapsamındaki üniversiteler*

ÜNİVERSİTELER	Yıl	Tür	Puan
İstanbul Medipol Üniversitesi (Burslu) (4 Yıllık)	2024	Vakıf	490,708
Batman Üniversitesi (4 Yıllık)	2024	Devlet	469,65
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi (4 Yıllık)	2024	Devlet	450,95
Ondokuz Mayıs Üniversitesi (4 Yıllık)	2024	Devlet	448,582
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi (4 Yıllık)	2024	Devlet	447,473
Sağlık Bilimleri Üniversitesi (4 Yıllık)	2024	Devlet	444,694
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi (4 Yıllık)	2024	Devlet	441,108
Marmara Üniversitesi (4 Yıllık)	2024	Devlet	439,946
Başkent Üniversitesi (Burslu) (4 Yıllık)	2024	Vakıf	436,484
İstanbul Arel Üniversitesi (Burslu) (4 Yıllık)	2024	Vakıf	430,414

Toplanan veriler nitel içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiş, üniversiteler arası karşılaştırmalı bir değerlendirme yapılmıştır. Bu sayede sağlık bilgi sistemlerinin eğitimdeki yeri, ders içeriklerinin kapsamı ve çeşitliliği ortaya konmuştur.

BULGULAR

Araştırmada incelenen 10 üniversitenin sağlık yönetimi lisans programlarında sağlık bilgi sistemlerine ilişkin derslerin varlığı, zorunluluk durumu, ders içerik kapsamı ve eğitim saati bilgileri analiz edilmiştir. Bulgular, üniversiteler arasında bu alana verilen önem ve müfredat kapsamının farklılıklar

gösterdiğini ortaya koymaktadır. Araştırma kapsamındaki üniversitelerde sağlık bilgi sistemleri derslerinin müfredat durumu Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. *Üniversitelerde Sağlık Bilgi Sistemleri Derslerinin Müfredat Durumu*

Üniversite	Ders Adı	Zorunlu /Seçmeli	Teorik	Uygulama	Ders Kapsamı
İstanbul Medipol Üniversitesi	Sağlık Bilişim Sistemleri	Zorunlu	2	2	Temel kavramlar, dijital sağlık uygulamaları
Batman Üniversitesi	Sağlık Yönetiminde Güncel Konular	Yok	-	-	Temel teknoloji ve yönetim ilişkisi
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	Sağlık Bilişimi	Seçmeli	2	0	Temel sağlık bilişimi kavramları
Ondokuz Mayıs Üniversitesi	Sağlık Bilgi Sistemleri	Seçmeli	3	1	Elektronik sağlık kayıtları, hasta yönetimi
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	Yönetim Bilgi Sistemleri	Zorunlu	3	0	Temel bilişim kavramları
Sağlık Bilimleri Üniversitesi	Sağlık Bilişim Sistemleri	Zorunlu	3	2	Yapay zekâ, büyük veri, karar destek sistemleri
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi	Sağlıkta Bilişim	Seçmeli	2	1	Bilişim ve sağlık yönetimi entegrasyonu
Marmara Üniversitesi	Hastane Bilgi Sistemleri	Yok	-	-	Sınırlı kapsama sahip
Başkent Üniversitesi	Sağlık Bilişim Sistemleri	Zorunlu	3	2	Dijital dönüşüm, veri güvenliği
İstanbul Arel Üniversitesi	Sağlık Bilgi Sistemleri	Seçmeli	2	0	Temel kavramlar, sınırlı teknoloji içeriği

İstanbul Medipol Üniversitesi (burslu) müfredatında, “Sağlık Bilişim Sistemleri” dersi zorunlu olup, teorik ve uygulamalı içerikleriyle sağlık bilgi sistemlerinin temel kavramlarının yanı sıra güncel dijital sağlık uygulamalarına da geniş yer verilmiştir. Ders, öğrencilerin sektördeki bilişim teknolojilerini etkin kullanabilmesi için tasarlanmıştır. Batman Üniversitesi müfredatında doğrudan sağlık bilgi sistemlerine odaklanan bir ders bulunmamaktadır. Ancak, “Sağlık Yönetiminde Güncel Konular” dersinde bu konulara dolaylı olarak yer verilmekte, teknoloji ve yönetim ilişkisi temel düzeyde ele alınmaktadır.

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi’nde “Sağlık Bilişimi” dersi seçmeli olarak sunulmakta ve ders içeriği temel sağlık bilişimi kavramlarıyla sınırlıdır. Güncel teknolojik gelişmeler ders içeriğinde sınırlı yer tutmaktadır. Ondokuz Mayıs Üniversitesi programında “Sağlık Bilgi Sistemleri” seçmeli ders olarak yer almakta, özellikle elektronik sağlık kayıtları ve hasta bilgi yönetimi gibi temel uygulamalar işlenmektedir. Ders içeriği güncel teknolojik yenilikler açısından orta seviyededir. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi’nin müfredatında doğrudan sağlık bilgi sistemleri dersi bulunmamakla birlikte, “Yönetim Bilgi Sistemleri” dersinde temel bilişim kavramları sağlık yönetimi perspektifinden anlatılmaktadır.

Sağlık Bilimleri Üniversitesi müfredatında “Sağlık Bilişim Sistemleri” dersi zorunlu olarak yer almakta ve yapay zekâ, büyük veri analitiği, karar destek sistemleri gibi ileri düzey teknolojiler ders içeriğinde detaylıca işlenmektedir. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi’nde “Sağlıkta Bilişim” dersi seçmeli olarak sunulmakta, sağlık yönetimi ve bilişim teknolojilerinin entegrasyonu temelinde yapılandırılmıştır. Marmara Üniversitesi’nde sağlık bilgi sistemlerine özel ders bulunmamaktadır; ancak bazı derslerin alt başlıklarında “Hastane Bilgi Sistemleri” gibi konular sınırlı biçimde yer almaktadır. Başkent Üniversitesi’nin müfredatında “Sağlık Bilişim Sistemleri” dersi zorunlu olarak yer almakta olup, dijital sağlık kayıtları, veri güvenliği ve sağlıkta dijital dönüşüm konularına geniş yer verilmektedir. İstanbul Arel Üniversitesi (burslu)’nde ise sağlık bilgi sistemleri dersi seçmeli dersler arasında bulunmakta ve ders içeriği temel kavramlarla sınırlıdır. Ders kapsamında ileri düzey teknolojilere yönelik uygulamalara sınırlı değinilmektedir.

Bu sonuçlar, üniversiteler arasında sağlık bilgi sistemlerine verilen eğitimin kapsamı ve önceliklendirilmesinde belirgin farklılıklar olduğunu göstermektedir. Zorunlu derslerin bulunduğu üniversitelerde öğrenciler daha kapsamlı bilgi edinirken, seçmeli ya da dolaylı işlenen derslerde bu alan daha yüzeysel kalmaktadır. Bu durum, sağlık yöneticilerinin bilişim okuryazarlığı ve teknolojik adaptasyon yetkinliği açısından önemli bir belirleyici olabilir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye’de farklı üniversitelerin Sağlık Yönetimi bölümlerinde sağlık bilgi sistemleri ders müfredatlarının kapsamı ve içeriği detaylı şekilde incelenmiş, önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bulgular, bazı üniversitelerde sağlık bilgi sistemleri derslerinin zorunlu ve kapsamlı bir şekilde yer almasına karşın, diğerlerinde ya seçmeli olarak sunulduğunu ya da tamamen müfredat dışı bırakıldığını göstermektedir. Bu durum, literatürdeki benzer çalışmalarla da uyumludur. Aktaş ve Yılmaz (2002) çalışmalarında, sağlık yönetimi eğitiminin dijitalleşen sağlık sektörü ihtiyaçlarıyla uyumlu hale getirilmesi gerekliliğini ortaya koymuşlardır. Demir ve Korkmaz (2021a) çalışmalarında, sağlık bilgi sistemleri, sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmak, kaynak kullanımını optimize etmek ve etkin karar alma süreçleri sağlamak adına vazgeçilmez bir araç haline geldiğini savunmuşlardır. Bu bağlamda, eğitim müfredatlarında bu sistemlere yönelik derslerin kapsamlı ve güncel teknolojik gelişmeleri içerecek biçimde tasarlanması büyük önem taşımaktadır. Sağlık Bilimleri Üniversitesi’nin müfredatında yapay zekâ, büyük veri analitiği gibi ileri

düzey teknolojilere yer verilmesi, öğrencilere sektörde rekabet avantajı sağlayacak nitelik kazandırması bakımından olumlu bir örnek teşkil etmektedir. Müfredatlar da sağlık bilgi sistemlerine yer verilmesinin farklılaşması, mezunların bilişim teknolojilerine hakimiyetini ve sektörel adaptasyon becerilerini doğrudan etkilemektedir. Demir ve Korkmaz (2021b), diğer bir çalışmalarında bazı üniversitelerin müfredatlarında ileri düzey teknolojilere (örneğin yapay zekâ, büyük veri analitiği) yer verilmesi, öğrencilerin çağın gereksinimlerine uygun olarak yetiştirilmesi gerektiğini söylemişlerdir. Buna karşın, sağlık bilimi derslerinin seçmeli ya da dolaylı verilmesi, öğrencilerin bu alanda yeterli bilgi ve beceri kazanmasını zorlaştırmaktadır. Yıldırım ve Şimşek (2018), çalışmalarında sağlık yönetimi alanında eğitim veren kurumların müfredatlarını güncellemeleri, sağlık bilgi sistemlerini zorunlu ders olarak entegre etmeleri ve içeriği teknolojik gelişmelere göre zenginleştirmeleri gerektiğini öne sürmüşlerdir.

Bu çalışma, Türkiye’de seçili on üniversitenin Sağlık Yönetimi bölümlerinde sağlık bilgi sistemleri ders müfredatlarının incelenmesi sonucunda önemli bulgular ortaya koymuştur. Ancak, araştırma kapsamındaki bazı üniversitelerde bu alandaki derslerin zorunlu olmaması veya içeriklerinin yetersiz kalması, eğitim kalitesinde önemli farklılıklara neden olmaktadır. Batman Üniversitesi ve Marmara Üniversitesi gibi bazı kurumlarda sağlık bilgi sistemlerine yönelik derslerin ya eksik ya da dolaylı olarak verilmesi, bu alandaki bilgi ve beceri gelişimini sınırlamaktadır. Bu durum, mezunların bilişim teknolojilerine uyum sağlama ve sektörde etkin rol alma potansiyelini olumsuz etkileyebilir. Eğitimdeki bu farklılıklar, sağlık yönetimi alanında bilişim okuryazarlığı ve dijital yetkinliklerin geliştirilmesi için müfredatlarda standartlaşma ihtiyacını gündeme getirmektedir. Zorunlu derslerin artırılması, ders içeriklerinin sektör ihtiyaçlarına göre güncellenmesi ve uygulamalı eğitime ağırlık verilmesi, mezunların sahada etkin bir şekilde çalışabilmesini sağlayacaktır. Sağlık bilgi sistemlerinin sağlık yönetimi müfredatlarına entegre edilmesi; sağlık hizmetlerinin dijital dönüşümünü desteklemek, veri odaklı karar alma süreçlerini güçlendirmek ve sağlık kurumlarının verimliliğini artırmak için kritik bir gerekliliktir. Bu alanda yapılacak yeni çalışmalar, müfredat standartlarının belirlenmesi ve eğitimde teknolojik gelişmelerin yakından takip edilmesi yönünde yol gösterici olacaktır. Böylece, sağlık yönetimi mezunları, hızla değişen sağlık sektörü ortamında etkin, donanımlı ve yenilikçi bir şekilde rol alabileceklerdir. uygulamalı eğitim ve sektör iş birlikleri ile öğrencilerin teorik bilgilerini pratiğe dökme fırsatları artırılmalıdır. Bu sayede, mezunlar sağlık sektöründe dijital dönüşüm süreçlerine aktif olarak katkı sağlayabilir ve kurumların verimliliğini artırabilir.

KAYNAKÇA

- Aktaş, G., & Yılmaz, M. (2022). Sağlık bilgi sistemlerinin sağlık yönetimindeki rolü ve önemi. *Sağlık Yönetimi Dergisi*, 7(2), 45-59.
- Ammenwerth, E., Knaup, P., Winter, A., Bauer, A. W., Bott, O. J., Gietzelt, M., ... & Ter Burg, W. J. (2017). On teaching international courses on health information systems. *Methods of Information in Medicine*, 56(S 01), e39-e48.
- Aydın, M., & Eraslan, E. (2020). Sağlık yönetimi eğitiminin geleceği: dijital yeterlilikler üzerine bir değerlendirme. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 7(2), 94–101.
- Braa, J., Monteiro, E., & Sahay, S. (2004). Networks of action: sustainable health information systems across developing countries. *MIS quarterly*, 337-362.

Demir, S., & Korkmaz, F. (2021). Dijital dönüşüm ve sağlık yönetimi eğitiminde bilişim teknolojilerinin önemi. Uluslararası Sağlık Bilimleri Dergisi, 8(2), 112–126.

Demir, S., & Korkmaz, H. (2021). Türkiye’de sağlık bilgi sistemlerinin eğitim müfredatlarına entegrasyonu. Eğitim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi, 8(3), 120-135.

Haux, R. (2006). Health information systems–past, present, future. International journal of medical informatics, 75(3-4), 268-281.

Hoxmeier, J., & Lenk, M. M. (2003). Service-learning in information systems courses: Community projects that make a difference. Journal of Information Systems Education, 14(1), 91-100.

Kaya, S., & Top, M. (2019). Sağlık Yönetimi Eğitiminde Uygulamalı Öğrenmenin Rolü: Bir Değerlendirme. Eğitimde Yeni Yönler, 5(1), 55–68.

Knaup, P., Haux, R., Häber, A., Lagemann, A., & Leiner, F. (1998). Teaching the fundamentals of information systems management in health care. Lecture and practical training for students of medical informatics. International journal of medical informatics, 50(1-3), 195-205.

Kumar, S., & Aldrich, K. (2010). Overcoming barriers to electronic medical record (EMR) implementation in the US healthcare system: A comparative study. Health Informatics Journal, 16(4), 306–318.

Top, M., Gider, Ö., & Toktaş, A. (2013). Sağlık bilgi sistemleri dersinin sağlık yönetimi öğrencilerine katkısı. Sağlık Akademisyenleri Dergisi, 1(3), 95–101.

World Health Organization. (2010). Health systems strengthening: Glossary. Geneva: WHO.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). Sağlık yönetimi eğitimi ve teknolojik yenilikler. Eğitim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi, 5(1), 75–89.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (11. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yusuf, M. M., Kuljis, J., Papazafeiropoulou, A., & Stergioulas, L. K. (2008). An evaluation framework for Health Information Systems: Human, organization and technology-fit factors (HOT-fit). International Journal of Medical Informatics, 77(6), 386–39

Yükseköğretim Kurulu (YÖK). (2024). YÖK Atlas Lisans Tercih Rehberi.

Hemodiyaliz İçin Tek Merkezde Arteriovenöz Fistül Sonuçları

Results of arteriovenous fistulas in a single center for hemodialysis

Faruk Serhatlıoğlu¹

¹E-mail: faruks@erciyes.edu.tr; Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Bölümü, Niğde / Türkiye.

GİRİŞ: Kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda yaşamın sürdürülmesi için hemodiyaliz için arteriovenöz fistüller (AVF) hayati öneme sahiptir. Yeterli hemodiyaliz tedavisi için, fonksiyonel bir damar yolu temel bir ihtiyaçtır Arteriovenöz fistüller, yüzeysel venleri arteriyalize ederek, hemodiyaliz için gerekli olan kolay kanüle edilebilen, yüksek akımlı damar yolu sağlamaktadır

ANAHTAR KELİME:Hemodiyaliz,A-V fistül,ön kol

MATERYAL METOD Ocak 2022 ile Ocak 2025 tarihleri arasında Niğde Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp Damar Cerrahisi Kliniği'nde 104 hastaya farklı cerrahlar tarafından 129 A-V fistül operasyonu gerçekleştirildi. Hastalar A-V fistül operasyon alanına göre ön kol distal radyo-sefalik, ön kol proksimal radyo-sefalik, antekübital brakiosefalik ve bazilik süperfisiyalizasyon olmak üzere dört gruba ayrıldı. Ayrıca 2 (%1,6) hastada otojen safen greft kullanıldı. Operasyonların dağılımı şu şekildedir; -Ön kol distal radyo-sefalik: 82 (%63,6) -Ön kol proksimal radyo-sefalik: 8 (%6,2) -Antekübital brakiosefalik: 37 (%28,6) -Basilik süperfisiyalizasyon: 2 (%1,6) **BULGULAR:** Hastaların ortalama yaşı 58 (21-93) idi. Hastaların cinsiyet dağılımı 71 (%68,3) erkek ve 33 (%31,7) kadındı. 2 (%1,6) yan yana ve 127 (%98,4) uçtan yana anastomoz yapıldı. Retrospektif takiplerde, ön kol distal radyosefalik fistül için 1 aylık açıklık oranı %84,1 ve 6 aylık açıklık oranı %78 idi. Antekübital brakiosefalik fistül için 1 aylık açıklık oranı %89,2 ve 6 aylık açıklık oranı %86,5 idi. Yapılan tüm ön kol proksimal radyosefalik ve bazilik süperfisiyalizasyon A-V Fistül operasyonlarında açıklık oranı 6 aydan fazlaydı. 6 hastada erken dönemde komplikasyon gelişti. Bunlardan 3 hastada hematoma ve 3 hastada distal ekstremité iskemisi vardı. **SONUÇ:** Böbrek nakli son dönem böbrek hastalığında altın standart tedavi yöntemi olmasına rağmen, bu hastalar çeşitli nedenlerle hala diyalizle yaşıyorlar. Diyaliz tedavisinde AVF en konforlu ve en sık kullanılan yöntem olup, uzun vadede sorunsuz bir şekilde sürdürülebilmesi uygun cerrahi müdahalelere ve iyi tekniklere bağlıdır.

PURPOSE: Arteriovenous fistulas (AVF) are of vital importance for the survival of patients with chronic renal failure for hemodialysis. A functional vascular access is a basic requirement for adequate hemodialysis treatment. Arteriovenous fistulas provide easily cannulated, high-flow vascular access required for hemodialysis by arterializing superficial veins. The fact that it can be performed with local anesthesia, can be used for a long time, the morbidity of the procedure is low, and the flow performance increases over time make AVFs the first choice. In this study, we aimed to share our experiences on AVF operations performed in our clinic.

KEY WORDS:Hemodialysis, A-V fistula, forearm

METHODS: 129 A-V fistula operations were performed on 104 patients by different surgeons at the Cardiovascular Surgery Clinic of Niğde Education and Research Hospital between January 2022 and January 2025. The patients were divided into four groups according to the A-V fistula operation area: forearm distal radiocephalic, forearm proximal radiocephalic, antecubital brachiocephalic and basilic superficialization. In addition, autogenous saphenous grafts were used in 2 (1.6%) patients. The distribution of operations is as follows; -Forearm distal radiocephalic: 82 (%63.6) -Forearm proximal radiocephalic: 8 (%6.2) -Antecubital brachiocephalic: 37 (%28.6) -Basilic superficialization: 2 (%1.6)

RESULTS: The mean age of the patients was 58 (21-93). The gender distribution of the patients was 71 (%68.3) male and 33 (%31.7) female. 2 (%1.6) side-to-side and 127 (%98.4) end-to-side anastomoses were performed. In retrospective follow-ups, the 1-month patency rate for forearm distal radiocephalic fistula was 84.1% and the 6-month patency rate was 78%. The 1-month patency rate for antecubital brachiocephalic fistula was 89.2% and the 6-month patency rate was 86.5%. In all forearm proximal radiocephalic and basilic superficial A-V Fistula operations, the patency rate was more than 6 months. Early complications occurred in 6 patients. Of these, 3 patients had hematoma and 3 patients had distal extremity ischemia.

CONCLUSION: Although kidney transplantation is the gold standard treatment method for end-stage renal disease, these patients still live on dialysis for various reasons. AVF is the most comfortable and frequently used method in dialysis treatment, and its long-term continuation without any problems depends on appropriate surgical interventions and good techniques.

GİRİŞ

Kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda yaşamın sürdürülmesi için hemodiyaliz için arteriovenöz fistüller (AVF) hayati öneme sahiptir. Yeterli hemodiyaliz tedavisi için, fonksiyonel bir damar yolu temel bir ihtiyaçtır (1).Arteriovenöz fistüller, yüzeysel venleri arteriyelize ederek, hemodiyaliz için gerekli olan kolay kanüle edilebilen, yüksek akımlı damar yolu sağlamaktadır.Lokal anestezi ile yapılabiliyor olması,uzun ömürlü kullanımı,düşük komplikasyon riski ve zamanla akımp performansının artması gibi nedenlerle arteriovenöz fistüller,hemodiyaliz hastalarında ilk tercih edilen yöntemler arasında yer alıyor.

YÖNTEM

Ocak 2022 ile Ocak 2025 tarihleri arasında Niğde Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp Damar Cerrahisi Kliniği'nde 104 hastaya farklı cerrahlar tarafından 129 A-V fistül operasyonu gerçekleştirildi.Her hastada ,işlem öncesinde ayrıntılı bir değerlendirme yapıldı.Özgeçmişinde daha önce herhangi bir damar girişimi,özellikle kateterizasyon öyküsü olanlar tespit edildi.Ayrıca dominant kol belirlendi,koagülasyon bozuklukları ve daha önce fistül girişimi olanlar ayrıntılı anamneze tabii tutuldu.

Muayene kısmında hastaların periferik nabızları,her iki koldaki tansiyon değerleri ve Allen testi ile damar kalitesi ölçüldü.Tüm ameliyatlar lokal anestezi altında gerçekleştirildi.

Hastalar A-V fistül operasyon alanına göre ön kol distal radyo-sefalik, ön kol proksimal radyo-sefalik, antekübital brakioyosefalik ve bazilik süperfisiyalizasyon olmak üzere dört gruba ayrıldı. Ayrıca 2 (%1,6) hastada otojen safen greft kullanıldı. Operasyonların dağılımı şu şekildedir; -Ön kol distal radyo-sefalik: 82 (%63,6) -Ön kol proksimal radyo-sefalik: 8 (%6,2) -Antekübital brakioyosefalik: 37 (%28,6) -Basilik süperfisiyalizasyon: 2 (%1,6)

BULGULAR

Hastaların ortalama yaşı 58 (21-93) idi. Hastaların cinsiyet dağılımı 71 (%68,3) erkek ve 33 (%31,7) kadındı. 2 (%1,6) yan yana ve 127 (%98,4) uçtan yana anastomoz yapıldı. Retrospektif takiplerde, ön kol distal radyosefalik fistül için 1 aylık açıklık oranı %84,1 ve 6 aylık açıklık oranı %78 idi. Antekubital brakiosefalik fistül için 1 aylık açıklık oranı %89,2 ve 6 aylık açıklık oranı %86,5 idi. Yapılan tüm ön kol proksimal radyosefalik ve bazilik süperfisiyalizasyon A-V Fistül operasyonlarında açıklık oranı 6 aydan fazlaydı. 6 hastada erken dönemde komplikasyon gelişti. Bunlardan 3 hastada hematoma ve 3 hastada distal ekstremitelerde iskemisi vardı.

SONUÇ VE TARTIŞMA

1966 yılında Brescia ve Cimino'nun ilk kez uyguladığı radyosefalik AVF ler ,günümüzde de en öncelikli seçenekler arasında yer almaktadır. E bileğinde açılan fistüller ,arter ve ven çapları uygun olduğu sürece uzun dönem açıklık oranları açısından oldukça avantajlıdır.

Böbrek nakli son dönem böbrek hastalığında altın standart tedavi yöntemi olmasına rağmen, bu hastalar çeşitli nedenlerle hala diyalizle yaşıyorlar. Diyaliz tedavisinde AVF en konforlu ve en sık kullanılan yöntem olup, uzun vadede sorunsuz bir şekilde sürdürülebilmesi uygun cerrahi müdahalelere ve iyi tekniklere bağlıdır(3).

KAYNAKÇA

1. Gilmore J. KDOQI clinical practice guidelines and clinical practice recommendations--2006 updates. Nephrol Nurs J 2006;33:487-8.
2. Miller PE, Tolwani A, Luscly CP, Deierhoi MH, Bailey R, Redden DT, et al. Predictors of adequacy of Proksimal ve distal radiosefalik arteriovenöz fistül sonuçlarının kıyaslanması 141 ©2018 Ulusal Vasküler ve Endovasküler Cerrahi Derneği. Her hakkı saklıdır. Kasım 2018 | Cilt 27 arteriovenous fistulas in hemodialysis patients. Kidney Int 1999;56:275-80.
3. Miller CD, Robbin ML, Allon M. Gender differences in outcomes of arteriovenous fistulas in hemodialysis patients. Kidney Int 2003;63:346-52.

Müzik Terapisinin Travma Sonrası Stres Bozukluğuna Etkisi

The Effects of Music Therapy on Post -Traumatic Stress Disorder

Funda CEYLAN DALYAN¹

¹E-mail: fundaceylan@yahoo.com Milli Eğitim Bakanlığı, Türkiye.

Özet

Müzik terapisi, tarih boyunca hem fiziksel hem de psikolojik rahatsızlıkların tedavisinde kullanılan önemli bir tamamlayıcı tıp uygulaması olmuştur. Günümüzde savaşlar, doğal afetler ve diğer travmatik olayların sıklığı ile bu olayların medya aracılığıyla geniş kitlelere ulaşması, bireylerin travmatik deneyimlere maruz kalma olasılığını artırmıştır. Bu bağlamda, müziğin Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB) üzerindeki etkileriyle ilgili araştırmalar giderek artmaktadır. Bu çalışmanın amacı, müzik terapisinin TSSB üzerindeki etkilerini incelemek ve bu alandaki mevcut müzik terapi uygulamalarını değerlendirmektir. Bu araştırma, literatür taraması yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Travma Sonrası Stres Bozukluğunda müzik terapisinin etkisi konusunda yayımlanmış bilimsel çalışmalar incelenmiştir. Seçilen çalışmalardan elde edilen bulgular analiz edilerek yorumlanmıştır. Literatürde, müzik terapisinin TSSB semptomlarını azaltmada potansiyel bir etkiye sahip olduğu belirtilmektedir. Ancak, mevcut çalışmaların metodolojik sınırlılıkları ve heterojenliği göz önünde bulundurulduğunda, bu etkinin genellenebilirliği konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: müzik terapi, travma, stres bozukluğu

Abstract

Music therapy has historically been an important complementary medical practice used in the treatment of both physical and psychological disorders. Today, the increasing frequency of wars, natural disasters, and other traumatic events—as well as the widespread dissemination of such events through media—has heightened individuals' exposure to traumatic experiences. In this context, research on the effects of music on Post-Traumatic Stress Disorder (PTSD) has been steadily increasing. The aim of this study is to examine the effects of music therapy on PTSD and to evaluate current music therapy practices in this field. This research was conducted using a literature review method. Scientific studies published on the impact of music therapy on PTSD were analyzed. The findings obtained from the selected studies were interpreted and discussed. The literature indicates that music therapy has a potential effect in reducing PTSD symptoms. However, considering the methodological limitations and heterogeneity of existing studies, further research is needed to determine the generalizability of this effect.

Keywords: Music Therapy ,Trauma, Stress Disorder

GİRİŞ

Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB), DSM-IV'e göre, bireyin ölüm, ciddi yaralanma ya da fiziksel bütünlüğünü tehdit eden bir olayla karşılaşması ya da böyle bir olaya tanıklık etmesi sonucu gelişen, kendine özgü belirtilerle seyreden bir ruhsal bozukluktur (Özgen ve Aydan, 1999). TSSB; rahatsız edici anılar, kaçınma davranışları, yoğun duygusal sıkıntı ve aşırı uyarılma gibi semptomlarla karakterize edilen karmaşık bir klinik tabloyu ifade eder (Landis-Shack et al., 2017). Bozukluğun süresi üç aydan kısaysa "akut", üç aydan uzunsa "kronik", altı aydan uzun bir gecikmeyle başlıyorsa "gecikmeli başlangıçlı" TSSB olarak sınıflandırılır. TSSB özellikle II. Dünya Savaşı sonrasında "savaş nevrozu" adıyla dikkat çekmiş ve psikiyatri literatüründe yer edinmiştir (Özgen ve Aydan, 1999).

TSSB'nin tedavisinde farklı psikoterapi tekniklerinden yararlanılmaktadır. Bu teknikler arasında, son yıllarda giderek daha fazla ilgi gören müzik terapisi de yer almaktadır.

Müzik terapisi; onaylı bir müzik terapi programını tamamlamış yetkin bir profesyonel tarafından, bireyselleştirilmiş terapötik hedefler doğrultusunda müziğin klinik ve kanıta dayalı biçimde kullanılmasıdır. Müzik terapisi müdahaleleri; stres yönetimi, duygusal ifade, ağrı kontrolü, iletişim becerilerinin geliştirilmesi ve bilişsel-psikolojik iyilik halinin desteklenmesi gibi çok yönlü amaçlara hizmet edebilir (American Music Therapy Association, 2005).

Tarihsel ve teorik kanıtlar, müziğin iyileşmeyi kolaylaştırma, dayanıklılığı artırma ve sosyal bağlantıyı güçlendirme potansiyeline işaret etmektedir. Müzik terapisi, TSSB yaşayan bireylerde rahatsız edici anılar, kaçınma, duygusal zorlanma ve aşırı uyarılma gibi semptomları hafifletmede potansiyel bir araç olarak değerlendirilmektedir. Beynin duyguları işlemeye ilişkili bölgelerini aktive etmesi, müziğin ruh hali ve biliş üzerindeki olumlu etkilerini açıklamaktadır. Mevcut ampirik çalışmalar sınırlı olsa da, yapılan çalışmalar müzik terapisinin kaygı ve uyku kalitesi üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Gelecekteki araştırmalar, müzik terapisinin dozajı, farklı müzik aktivitesi türlerinin etkinliği ve diğer kanıta dayalı tedavilerle kombinasyonu konularına odaklanmalıdır (Landis-Shack et al., 2017).

Bu bağlamda, müzik terapisinin TSSB üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmaların sistematik bir şekilde değerlendirilmesi hem klinik uygulamalar hem de gelecekteki araştırmalar açısından büyük önem taşımaktadır.

İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Carr ve arkadaşlarının (2011) yaptığı çalışma, bilişsel davranışçı terapiye (BDT) yeterli yanıt vermeyen travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) hastalarında grup müzik terapisinin uygulanabilirliğini ve etkisini incelemiştir. On haftalık müdahale sonucunda, müzik terapisi alan grupta TSSB semptomlarında anlamlı bir azalma ve depresyon belirtilerinde sınıra yakın bir iyileşme gözlenmiştir. Katılımcılar genel olarak müzik terapi ile ilgili olumlu görüşler bildirmiştir. Ancak küçük örneklem ve körleme eksikliği çalışmanın sınırlılıkları arasındadır (Carr, d'Ardenne, Sloboda, Scott, Wang, & Priebe, 2011)

Landis-Shack ve arkadaşlarının (2017) gerçekleştirdiği teorik incelemede, müzik terapisinin TSSB semptomları üzerindeki potansiyel etkisi derinlemesine araştırılmıştır. Bu çalışmada, müzik terapisinin uygulama yöntemleri detaylandırılmış ve TSSB tedavisinde müziğin rolünü destekleyen bilimsel temelli bir model sunulmuştur. Yazarlar, müzik terapisinin etkisini sosyal, bilişsel ve nörobiyolojik mekanizmalar (örneğin, topluluk oluşturma, duygu düzenleme, haz artışı ve kaygı azaltma) üzerinden açıklamışlardır.

Araştırma, müzik terapisinin travmaya maruz kalmış ve TSSB'li bireylerde semptomları azaltmada önemli bir terapötik araç olabileceği sonucuna varmıştır. Ek olarak, müzik terapisinin dayanıklılığı artırmaya olumlu etkisi olduğu belirtilmiştir. Öte yandan müzik terapinin, damgalanma korkusu nedeniyle profesyonel yardım almaktan korkan bireylerin tedaviye katılımını da kolaylaştırabileceği vurgulanmıştır. Makalede, klinik uygulamalar ve gelecekteki çalışmalar için öneriler sunulmuş, ancak bu alanda daha kapsamlı ampirik araştırmalara ihtiyaç olduğu da belirtilmiştir (Landis-Shack vd., 2017).

Bu çalışma, TSSB tanısı almış mültecilerde müzik terapisinin etkinliğini, geleneksel sözel terapi ile karşılaştırmayı amaçlamaktadır. Araştırma, yerel bir psikiyatri kliniğinin üç farklı merkezinde yürütülmüştür. Çalışmaya Arapça, İngilizce veya Danca konuşan 18–67 yaş aralığındaki toplam 70 yetişkin mülteci dahil edilmiştir. Katılımcılar, rastgele şekilde 16 seanslık müzik terapisi ya da standart sözel terapi grubuna atanmış ve gerektiğinde tıbbi tedavi, psikoeğitim, fizyoterapi ve sosyal danışmanlık gibi ek hizmetlerden de yararlanmıştır. Değerlendirmeler terapi öncesi, terapi sonrası ve 6 ay sonra yapılmış; travma belirtileri, yaşam kalitesi, dissosiyatif belirtiler ve bağlanma tarzı gibi psikolojik ölçütlerin yanı sıra fizyolojik göstergeler de incelenmiştir. Bu çalışma, müzik terapinin TSSB'li mültecilerde duygusal düzenleme, sosyal etkileşim ve güvenli bağlanma geliştirmeye katkı sağlayıp sağlamadığını ortaya koymayı hedeflemektedir (Beck et al., 2018).

Bu randomize klinik çalışma, müzik terapisinin cerrahi işlemler sırasında ortaya çıkan stres yanıtı üzerindeki etkisini incelemektedir. Altmış hasta, üç gruba ayrılmıştır: birinci grup yeni çağ müziği, ikinci grup dört müzik türünün içinden seçtiği müziği dinlemiş, kontrol grubundaki hastalar ise ameliyathane ortamındaki doğal sesleri duymuştur. Operasyon sürecinde müzik dinleyen gruplarda plazma kortizol seviyeleri azalırken, kontrol grubunda bu seviyeler artmıştır. Bulgular, müzik terapisinin özellikle bireysel tercihlere dayandığında cerrahi stres yanıtını nörohormonal ve immün düzeyde olumlu yönde değiştirebildiğini göstermektedir (Leardi ve ark., 2007).

Yoğun bakım üniteleri, özellikle mekanik ventilasyon altındaki hastalar için yoğun kaygı ve stres içeren ortamlardır. Bu çalışmada, müzik terapisinin kritik hastalar üzerindeki potansiyel terapötik faydaları tartışılmış, müzik dinlemenin, kaygıyı azalttığı, gevşemeye yardımcı olduğu, kalp sağlığını destekleyebileceği, oksijen tüketimini azaltabileceği belirtilmiştir. Bu etkilere bakıldığında müzik dinlemenin ventilasyonun etkinliğini arttırabileceği belirtilmektedir. Ayrıca, çalışmada, müziğin uyku kalitesini iyileştirdiği, ağrıyı azalttığı ve bunun sonucunda sedatif kullanımının azaltılmasına katkı sağlayarak, ventilatörden ayırma sürecini hızlandırabileceği vurgulanmaktadır (Mofredj ve ark., 2016).

Shim, Kim & Bang (2015) tarafından yapılan bu çalışmanın amacı, travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) riski taşıyan itfaiyecilere kısa süreli müzik terapisi uygulamak ve böylece TSSB düzeylerindeki değişim ile bu değişimin kalıcılığını değerlendirmektir. Araştırma kapsamında, üç farklı bölgeden seçilen 42 itfaiyeci eri deney ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Deney grubuna, beş gün süresince günde iki oturumdan oluşan (her biri 120 dakika, toplam 10 oturum) bir müzik terapisi programı uygulanmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, kısa süreli müzik terapisi uygulamaları, TSSB semptomlarının hafifletilmesinde ve önlenmesinde etkili ve sürdürülebilir bir yöntem olabilir. Bu bağlamda, çalışmada uygulananlara benzer psikososyal müdahalelerin düzenli olarak hayata geçirilmesi, itfaiyecilerin ruh sağlığını desteklemenin yanı sıra mesleki dayanıklılıklarını ve görev performanslarını artırmada da önemli katkılar sağlayabilecektir.

Abdulkaki & Berger (2020)'ye göre; Suriyeli mültecilerin yaşadığı bölgelerde yeterli ruh sağlığı uzmanı bulunmamaktadır. Bu nedenle, özellikle Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB), depresyon ve kaygı gibi

sorunlar için sözlü iletişim gerektirmeyen alternatif tedavilere ihtiyaç duyulmaktadır. Müzik terapisi, mültecilerin kültürlerine uygun müzikler kullanılarak uygulanan, damgalamayı azaltan ve hastaların terapiye güvenini artıran etkili bir yöntem olarak görülmektedir. Yapılan araştırmalar, kültüre özgü müzik terapisinin bu alanda olumlu sonuçlar verdiğini göstermektedir. Ancak bu yöntemin daha iyi anlaşılması ve geliştirilmesi için yeni araştırmalara ihtiyaç vardır. Müzik terapisi, özellikle sınırlı kaynakların olduğu mülteci kamplarında ruh sağlığı desteği için umut vaat eden bir yaklaşımdır .

Sanat ve müzik terapileri, özellikle sözel ifade becerisi sınırlı bireylerin duygularını güvenli ve yapılandırılmış ortamlarda boşaltmasına olanak sağlamaktadır. Bu terapiler, bireylerin travmatik anılarını yeniden yapılandırmasına, duygusal düzenlemeyi geliştirmesine ve psikolojik iyileşme sürecine katkı sağlamaktadır (Green, 2015).

Pezzin ve arkadaşları (2018) savaş travması sonrası orta ve şiddetli düzeyde Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB) yaşayan gazilerde aktif müzik eğitimi müdahalesinin psikolojik sağlık ve sosyal işlevsellik üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmaya katılan 43 gazinin yaş ortalaması 51 olup, %90'ı erkektir. Müdahale sonrasında TSSB belirtilerinde %14,3, depresyon semptomlarında ise %20,4 oranında anlamlı azalma görülmüştür. Sosyal işlevsellik, bilişsel algı ve yaşam kalitesi gibi diğer alanlarda istatistiksel olarak anlamlı değişim saptanmamakla birlikte, olumlu gelişmeler gözlenmiştir. Araştırma, aktif müzik eğitiminin TSSB ve depresyon belirtilerinin azaltılmasında tamamlayıcı ve etkili bir yöntem olabileceğini göstermektedir.

Wang ve arkadaşları (2024), yetişkinlerde TSSB belirtilerine yönelik müzik müdahalelerinin etkilerini inceleyen sistematik bir derleme yapmıştır. Söz konusu derlemede 14 çalışma incelenmiştir. İncelenen çalışmalar genellikle müzik terapistinin yönlendirdiği aktif katılım gerektiren müdahaleler olsa da, pasif dinleme yöntemleri de olumlu sonuçlar göstermiştir. Çoğu çalışmanın sonucunda TSSB semptomlarında azalma olmuştur. Ancak incelenen araştırmalarda örneklem büyüklüklerinin küçük olması ve kontrol grubu eksikliği gibi sınırlamalar bulunmaktadır. Yine de, müzik müdahalelerinin TSSB tedavisinde umut verici bir tamamlayıcı yöntem olduğu vurgulanmakta ve düşük maliyetli, kolay uygulanabilir pasif müzik terapi yaklaşımlarının gelecekteki çalışmalar için özellikle uygun olduğu belirtilmektedir.

Macfarlane, Masthoff ve Hakvoort (2019) hapisanedeki TSSB yaşayan mahkumlar için geliştirilmiş Kısa Süreli Müzik Terapisi Dikkat ve Uyarılma Düzenleme Tedavisi (SMAART) adlı müdahaleyi incelemiştir. Bu yöntem, EMDR tedavisine uygun olmayan ya da bunu tercih etmeyen mahkumlarda dikkat sorunlarını azaltmak ve aşırı uyarılmayı kontrol altına almak amacıyla uygulanmıştır. Çalışmada 13 mahkumun ön ve son test sonuçları karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, SMAART uygulamasından sonra katılımcıların dikkat düzeylerinin arttığını ve uyarılma belirtilerinin azaldığını göstermiştir. Ayrıca, yapılan tedaviden sonra 5 kişinin TSSB belirtilerini göstermediği görülmüştür. Bu bulgular, SMAART'ın cezaevi psikiyatri ortamında uygulanabilir olduğunu ve olumlu etkiler yaratabileceğini göstermektedir. Ancak, çalışma küçük ölçekli bir pilot çalışma olduğu için sonuçlar değerlendirilirken temkinli olunmalı, gelecekte bu konuda daha geniş çaplı araştırmalar yapılması önerilmektedir.

Bitenga Alexandre ve arkadaşları (2025) tarafından yapılan bir çalışmada, çatışma bölgelerinde yaşayan kadın ve erkeklerin zihinsel sağlığını iyileştirmede müzik terapinin, özellikle şarkı yazımı odaklı müdahalelerin etkisi incelenmiştir. Çalışma kapsamında, 2021 yılında Demokratik Kongo Cumhuriyeti'nin doğusundaki Mulamba bölgesinde uygulanan Healing in Harmony (HIH) programına katılan 128 kadın ve 60 erkek değerlendirilmiştir. Sonuçlar, HIH programının anksiyete, depresyon ve travma sonrası stres

bozukluğu (TSSB) semptomlarını hem kadınlarda hem erkeklerde azalttığını ve bu iyileşmenin 6 ay boyunca büyük ölçüde sürdüğünü göstermektedir. Etkinin daha ayrıntılı incelenmesi için klinik araştırmalar önerilmektedir.

YÖNTEM

Bu araştırma, literatür taraması yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Travma Sonrası Stres Bozukluğunda müzik terapisinin etkisi konusunda yayımlanmış bilimsel çalışmalar incelenmiştir. Seçilen çalışmalardan elde edilen bulgular analiz edilerek yorumlanmıştır.

BULGULAR

İncelenen çalışmalar müzik terapisinin TSSB semptomlarını azaltmada genel olarak olumlu sonuçlar verdiğini göstermektedir. Araştırmalar hem aktif hem de pasif müzik terapi uygulamaların etkili olabileceğini ortaya koymaktadır.

Carr et al. (2011)'in çalışmasına göre, grup müzik terapisi uygulanan bireylerde TSSB ve depresyon semptomlarında anlamlı düzeyde azalma bulmuştur.

Landis-Shack et al. (2017), müzik terapisinin duygusal düzenleme, sosyal etkileşim ve nörolojik işleyiş üzerindeki etkilerini teorik düzeyde modellemiştir.

Beck et al. (2018), mültecilere yönelik yapılan randomize kontrollü çalışmada müzik terapinin yaşam kalitesi ve travma semptomları üzerinde olumlu etkiler sağladığını bildirmiştir.

Shim et al. (2015) tarafından yapılan çalışma kısa süreli müzik terapisinin itfaiyecilerde TSSB riskini azaltabildiğini göstermiştir.

Leardi et al. (2007), cerrahi operasyon sırasında müzik dinlemenin kortizol düzeylerini düşürdüğünü saptamıştır.

Mofredj et al. (2016), yoğun bakımda müzik terapisinin ventilasyonu iyileştirdiğini ortaya koymuştur.

Macfarlane et al. (2019), mahkumlara yönelik SMAART müzik terapisi ile dikkat ve uyarılma düzenlemesinde iyileşme gözlenmiştir.

Pezzin et al. (2018), gazilerde aktif müzik eğitiminin depresyon ve TSSB belirtilerinde önemli oranında düşüş sağladığını göstermiştir.

Wang et al. (2024) tarafından yapılan sistematik derleme, çoğu çalışmada müzik terapinin TSSB semptomlarını azalttığını ve pasif dinlemenin de etkili olabileceğini ortaya koymuştur.

Bitenga et al. (2025), çatışma bölgelerindeki bireylerde HHH programının kalıcı iyileşmeler sağladığını saptamıştır. Bununla birlikte, örneklem büyüklüğü düşüklüğü, uzun dönem takip eksikliği ve kültürel farklılıkların yeterince hesaba katılmaması gibi metodolojik sınırlılıklar dikkat çekmektedir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma, müzik terapinin TSSB tedavisinde etkili bir tamamlayıcı tedavi yöntemi olabileceğini ortaya koyan çok sayıda bulguyu bir araya getirmiştir. Bulgular, müzik terapinin yalnızca TSSB semptomlarını değil, aynı zamanda eşlik eden depresyon, anksiyete, uyku bozuklukları ve sosyal izolasyon gibi ikincil sorunları da azaltılabileceğini göstermektedir. Ayrıca, müzik terapinin düşük maliyetli, kolay uygulanabilir ve kültüre uyarlanabilir bir yöntem oluşu, onu özellikle kaynakları kısıtlı ortamlarda (mülteci kampları, cezaevleri, afet bölgeleri) değerli kılmaktadır.

Çeşitli popülasyonlarda yapılan araştırmalar, müzik terapinin hem bireysel hem grup temelli olarak uygulanabileceğini, aktif katılımın yanı sıra pasif dinlemenin de yarar sağlayabileceğini göstermektedir. Ancak, çalışmaların büyük kısmı küçük örneklemelerle gerçekleştirilmiş, kontrol grubu içermeyen ya da izleme periyodu olmayan tasarımlar içermektedir. Bu durum, sonuçların genellenebilirliğini engellemektedir. Bu bağlamda gelecekte yapılacak araştırmaların; uzun vadeli gözlem içeren, farklı müzik terapi türlerini karşılaştıran, kültüre duyarlı ve topluluk temelli uygulamaları değerlendiren yöntemlerle desteklenmesi önerilmektedir. Sonuç olarak, müzik terapi TSSB ile başa çıkma sürecinde umut verici destekleyici bir görev üstlenmektedir. Klinik uygulamalarda yapılandırılmış, sistematik müzik terapi programlarının kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.

KAYNAKÇA

Abdulkaki, H., & Berger, J. (2020). Using culture-specific music therapy to manage the therapy deficit of post-traumatic stress disorder and associated mental health conditions in Syrian refugee host environments. *AIJMT*. <https://doi.org/10.56883/aijmt.2020.173>

American Music Therapy Association. (2005). *What is music therapy?* Retrieved June 4, 2025, from <https://www.musictherapy.org/about/musictherapy/>

Beck, B. D., Lund, S. T., Sogaard, U., Simonsen, E., Tellier, T. C., Cordtz, T. O., Laier, G. H., & Moe, T. (2018). Music therapy versus treatment as usual for refugees diagnosed with posttraumatic stress disorder (PTSD): Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 19, Article 301. <https://doi.org/10.1186/s13063-018-2673-z>

Bitenga Alexandre, A., Kasherwa, A., Mukungu Balegamire, J. B., Tunangoya, J. Y., Mukanga, L. O., Buhendwa, F. Z., Rusagulira, M. O., Hilaire, M. M., Busane, P. A., Mubalama Mugisho, G., & Mukwege Mukengere, D. (2025). Bouncing back after trauma: Music therapy, gender, and mental health in conflict-ridden settings. *Discover Mental Health*, 5(15). <https://doi.org/10.1007/s44192-025-00053-w>

Carr, C., d'Ardenne, P., Sloboda, A., Scott, C., Wang, D., & Priebe, S. (2011). Group music therapy for patients with persistent post-traumatic stress disorder – An exploratory randomized controlled trial with mixed methods evaluation. *Psychology and Psychotherapy: Theory, Research and Practice*, 84(4), 532–548. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8341.2011.02026.x>

Green, A. (2015). Art and music therapy for trauma survivors. *Canadian Art Therapy Association Journal*, 28(1), 14–19. <https://doi.org/10.1080/08322473.2011.11415547>

Landis-Shack, N., Heinz, A. J., & Bonn-Miller, M. O. (2017). Music therapy for posttraumatic stress in adults: A theoretical review. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 27(4), 334–342.

- Leardi, S., Pietroletti, R., Angeloni, G., Necozone, S., Ranalletta, G., & Del Gusto, B. (2007). Randomized clinical trial examining the effect of music therapy in stress response to day surgery. *British Journal of Surgery*, 94(8), 943–947. <https://doi.org/10.1002/bjs.5914>
- Macfarlane, C., Masthoff, E., & Hakvoort, L. (2019). Short-term music therapy attention and arousal regulation treatment (SMAART) for prisoners with posttraumatic stress disorder: A feasibility study. *Journal of Mood & Anxiety Disorders*, 6, 376–392. <https://doi.org/10.1080/24732850.2019.1670023>
- Mofredj, A., Alaya, S., Tassaioust, K., Bahloul, H., & Mrabet, A. (2016). Music therapy, a review of the potential therapeutic benefits for the critically ill. *Journal of Critical Care*, 35, 195–199. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2016.05.021>
- Özgen, F., & Aydın, H. (1999). *Posttraumatic stress disorder*. *Klinik Psikiyatri Dergisi*, 2(1), 34–41. <https://jag.journalagent.com/z4/vi.asp?pdire=kpd&plng=tur&un=KPD-27147>
- Pezzin, L. E., Larson, E. R., Lorber, W., McGinley, E. L., & Dillingham, T. R. (2018). Music-instruction intervention for treatment of post-traumatic stress disorder: A randomized pilot study. *BMC Psychology*, 6, Article 60. <https://doi.org/10.1186/s40359-018-0266-3>
- Shim, G.-S., Kim, N.-S., & Bang, S.-H. (2015). Effects of short-term music therapy in fire fighters with post-traumatic stress risk. *Journal of the Korean Society of Emergency Medical Services*, 19(2), 111–120.
- Wang, C. C., Emrich, M., Rives, H., Ovalles, A., Wright, D., Wyka, K., & Difede, J. (2024). Music interventions for posttraumatic stress disorder: A systematic review. *Journal of Mood & Anxiety Disorders*, 6, Article 100053. <https://doi.org/10.1016/j.xjmad.2024.100053>

Lezbiyen, Gey, Biseksüel, Trans Ve İnterseks Mahkûmların Cezaevlerinde Karşılaştığı Zorluklar Ve Cezaevi Hemşireliği

Bahar TÜRKMENÖĞLU¹, Nuran GÜLER²

¹E-mail:baharturkmenoglu@cumhuriyet.edu.tr;Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Hafik Kamer Örnek
MYO, Çocuk Gelişimi Bölümü, Sivas / Türkiye.

²E-mail:nuranguler@yahoo.com.tr; Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Teknik Bilimler Meslek
Yüksekokulu, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Sivas/ Türkiye.

Özet

Cezaevleri, lezbiyen, gey, biseksüel, trans ve interseks (LGBTİ+) bireyler için yüksek riskli alanlardır. Bu bireyler sıklıkla ayrımcılık, şiddet, sosyal dışlanma ve sağlık hizmetlerine erişimde eşitsizlik gibi sorunlar yaşamaktadır. Cezaevi hemşireleri, yalnızca fiziksel hastalıkları tedavi etmekle kalmayıp; mahkûmların ruhsal ve sosyal ihtiyaçlarını da kapsayan bütüncül bir bakım sunmalıdır. Kapsayıcı cinsel sağlık eğitimi, ayrımcılıkla mücadele, kültürel duyarlılığa sahip bakım ve personel eğitimi büyük önem taşımaktadır. Literatüre göre hemşirelerin, LGBTİ+ bireylerin sağlığı konusunda bilgi, beceri ve tutumlarını geliştirmesi ve savunucu roller üstlenmesi gerekmektedir. Amerikan Hemşireler Birliği, hemşirelerin LGBTİ+ mahkûmların sağlık hakkını destekleyen etik ve yasal sorumlulukları olduğunu belirtmektedir. Bu çalışma, LGBTİ+ mahkûmların sağlıkla ilgili yaşadığı sorunları ve cezaevi hemşirelerinin bu süreçteki rol ve sorumluluklarını incelemektedir.

Anahtar Kelimeler: Cezaevi, Cezaevi Hemşireliği, LGBTİ Mahkum

Abstract

Prisons are high-risk environments for lesbian, gay, bisexual, transgender, and intersex (LGBTI+) individuals. These individuals frequently face issues such as discrimination, violence, social exclusion, and inequality in access to healthcare. Correctional nurses should not only treat physical illnesses but also provide holistic care that addresses the psychological and social needs of inmates. Inclusive sexual health education, anti-discrimination efforts, culturally sensitive care, and staff training are of great importance. According to the literature, nurses must improve their knowledge, skills, and attitudes regarding LGBTI+ health and take on advocacy roles. The American Nurses Association states that nurses have ethical and legal responsibilities to support the health rights of LGBTI+ inmates. This study examines the health-related problems experienced by LGBTI+ prisoners and the roles and responsibilities of correctional nurses in this process.

Keywords: Prison, Correctional Nursing, LGBTI Inmates

GİRİŞ

Lezbiyen, gey, biseksüel, trans ve interseks (LGBTİ+), cinsel yönelim ve toplumsal cinsiyet kimliği bağlamında dezavantajlı konumda bulunan kişiler olarak tanımlanmaktadır. LGBTİ+ bireyler, yalnızca

toplumsal yaşamda değil, aynı zamanda ceza adalet sistemi içerisinde de ayrımcılık, dışlanma ve şiddet gibi çok yönlü yapısal eşitsizliklerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu çerçevede; lezbiyen kavramı, kadınların kendi cinsiyetinden bireylere yönelik duygusal ve cinsel yönelimini; gey, aynı cinsiyete ilgi duyan erkekleri; biseksüellik ise hem kendi cinsine hem de karşı cinsle yönelik duygusal ve cinsel çekimi ifade etmektedir (Dökmen, 2009; Gökçeoğlu ve ark, 2017). Freud'un psikoseksüel gelişim kuramı, biseksüelliği tüm bireylerde var olan potansiyel bir eğilim olarak tanımlamaktadır (Sezer, 2019). Trans bireyler, toplumsal cinsiyet kimlikleri doğumda atanan biyolojik cinsiyetle örtüşmeyen kişileri ifade ederken; travestilik, cinsiyet ifadesine ilişkin bir kimlik biçimi olarak, bireyin kendi biyolojik cinsiyetinden farklı bir dış görünüm sergilemesini tanımlar (Dökmen, 2009). İnterseks bireyler ise doğuştan gelen ve ikili cinsiyet sistemine uymayan anatomik özelliklere sahip bireylerdir. LGBTİ+ spektrumu içerisinde yer alan ve çoğunlukla görünmez kalan gruplardan biri de interseks bireylerdir; bu bireyler, doğuştan gelen ve ikili cinsiyet sistemine uymayan anatomik özelliklere sahiptir.

Cezaevi nüfusu, toplumu yansıtan heterojen bir yapıdadır ve Birleşmiş Milletler (BM) tarafından, cezaevi ortamında özel koruma gerektiren hassas gruplar arasında LGBTİ+ bireyler de tanımlanmıştır (UNODC, 2014). Cezaevinde LGBTİ+ bireyler; damgalanma, tehdit edilme, fiziksel ve cinsel şiddet gibi ciddi ihlallere maruz kalma riskiyle karşı karşıya kalmaktadır (; Jaffer et al.2016; Harvey et al., 2021; Kilty, 2021). Bu durum, mahkûmlarda kronik stres, yüksek kaygı düzeyleri ve sosyal izolasyon gibi psikolojik etkiler yaratabilmektedir (Wilson, et al., 2017; Yap et al.2020). Özellikle eşcinsel ilişkilerin yasa dışı kabul edildiği ülkelerde, LGBTİ+ bireyler büyük bir savunmasızlık içerisinde yaşamaktadır (ICJ, 2007; WHO, 2014). Örneğin, Grant ve arkadaşları (2011), transgender mahkûmların yalnızca cinsiyet kimlikleri nedeniyle hücre cezasına çarptırıldığını; bu oranın siyah veya Latin kökenli bireylerde daha da yüksek olduğunu belirtmektedir. Seks işçileri, erkeklerle seks yapan erkekler ve erkek cezaevlerinde tutulan transgender kadınlar, hem cinsel yönelimleri hem de cinsiyet kimlikleri nedeniyle cezaevi koşullarından daha fazla etkilenmektedir (Arnott & Crago, 2009; Baral et al., 2013). Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Birleşik Krallık gibi ülkelerde, transgender mahkûmların cezaevine yerleştirilmesinde biyolojik cinsiyet esas alınmakta, bu da mahkûmların şiddet ve istismar riskini artırmaktadır (Clark et al.2017; Sevelius et al., 2017). Tahminlere göre, trans kadınların %21'i, tüm transgender mahkûmların ise %16'sı yaşamlarının bir döneminde hapsedilmiştir (Grant et al., 2011). Bu bireyler, cezaevine girmeden önce de istihdamda dışlanma, barınma yetersizlikleri, aile reddi, madde kullanımı ve sağlık sorunları gibi yapısal eşitsizliklerin yükünü taşımaktadır (Fletcher et al., 2014; White Hughto et al., 2015).

Cezaevinde ise bu sorunlar daha da derinleşmekte; transgender bireyler, fiziksel ve sözlü şiddet, zorla arama, cinsel saldırı gibi çok yönlü ihlallere maruz kalmaktadır (Bassichis, 2007; Jenness et al., 2007; Okamura, 2011). Dahası, bu bireyler genellikle mevcut sağlık hizmetlerine erişememekte, cinsiyet onaylayıcı tedavi süreçleri kesintiye uğramakta ve sağlık haklarından mahrum bırakılmaktadır (Stotzer, 2009; Bradford et al., 2013; Yang et al., 2015). Bu bağlamda, cezaevi sistemi içinde LGBTİ+ mahkûmların maruz kaldığı yapısal şiddet ve ayrımcılıkla mücadele etmek, insan hakları temelli bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır.

LEZBİYEN, GEY, BİSEKSÜEL, TRANS VE İNTERSEKS MAHKÛMLARIN KARŞILAŞTIĞI ZORLUKLAR

Cezaevlerinde LGBTİ+ Bireyler: Ayrımcılık, Damgalama ve İnsan Hakları İhlalleri

Ceza adalet sistemi içinde LGBTİ+ bireyler, özellikle de transgender mahkûmlar, sistematik damgalama ve ayrımcılıkla karşı karşıya kalmaktadır (Harawa et al., 2010; Doloviç, 2011; Yap et al., 2011; Brown, 2014; Culbert, 2014; Jenness & Fenstermaker, 2014; Rosenberg & Oswin, 2015; Wilson et al., 2017). Bu ayrımcılık yalnızca diğer mahkûmlarla sınırlı kalmayıp, cezaevi görevlileri ve sağlık personeli gibi kurumsal aktörler tarafından da sürdürülmektedir (Hagner, 2010; Sumner & Sexton, 2016). Yapısal damgalama, heteronormatif cezaevi kültürü ve yeterli düzeyde eğitilmiş sağlık personeli eksikliği, LGBTİ+ mahkûmların başta cinsiyet geçiş süreciyle ilgili hizmetler olmak üzere genel ve ruh sağlığı hizmetlerine

erişimlerini ciddi şekilde sınırlamaktadır (Atabay, 2009; Clark et al., 2017; Grant et al., 2011; Jenness et al., 2007a; Scott, 2013; White Hughto et al., 2018). Bu durum, LGBTİ+ mahkûmların yalnızca sağlık haklarının değil, aynı zamanda temel insan haklarının da ihlaline yol açmaktadır. Cezaevleri, hâlâ ağırlıklı olarak ikili cinsiyet düzenine ve heteroseksüel normlara göre yapılandırılmış olup, LGBTİ+ mahkûmların ihtiyaçlarına duyarlı kurumsal politikalar yaygın olarak geliştirilmemiştir (Hochdorn et al., 2018; Jenness & Fenstermaker, 2014; White Hughto et al., 2018). Erkek cezaevlerinde, homofobik tutumların yaygınlığı, katı hiyerarşik düzen ve baskın erkeklik vurgusuna dayanan cezaevi kültürüyle ilişkilendirilmiştir (McCauley et al., 2018). Bu kültür, LGBTİ+ mahkûmların görünmez hâle gelmesine, marjinalleşmesine ve çoğu zaman fiziksel ya da psikolojik şiddet riskine açık hâle gelmesine neden olmaktadır. Cezaevi personelinin bir kısmı da bu dışlayıcı tutumları paylaşmakta ve LGBTİ+ mahkûmların “yeterince erkeksi” ya da “yeterince kadınsı” olmadıkları gerekçesiyle küçük düşürülmesine, hor görülmesine ve ayrımcılığa uğramasına neden olabilmektedir (Wilson et al., 2017 ;Yap et al., 2020;). Trans kadın mahkûmlar, erkek cezaevlerinde kadın kimliklerinin tanınmaması nedeniyle hem fiziksel hem de psikolojik olarak kimliklerini kanıtlama baskısı altında kalmakta, bu da toplumsal cinsiyet ifadesine ilişkin daha fazla görünürlük çabasıyla sonuçlanmaktadır (Jenness & Fenstermaker, 2014). Ancak bu görünürlük çabası, cezaevi ortamında daha fazla risk anlamına gelmekte, toplumsal cinsiyet geçişine ilişkin sağlık hizmetlerine erişim de sıklıkla engellenmektedir (Jaffer et al., 2016; Kilty, 2020; Wilson et al., 2017). LGBTİ+ bireyler, cezaevi ortamında yalnızca fiziksel şiddet ve ayrımcılıkla değil, aynı zamanda “azınlık stresi” olarak tanımlanan psikolojik baskılarla da başa çıkmak zorundadır. Cinsel ve toplumsal cinsiyet kimliklerini gizlemek veya stratejik biçimde yönetmek zorunda kalmaları, bu mahkûmların cezaevi sürecinde benlik algıları üzerinde derin etkiler yaratmaktadır (Harvey, Keene, & Pachankis, 2021). Özellikle gey ve biseksüel erkek mahkûmlar, cezaevi öncesi, sırası ve sonrasında kimliklerini korumaya yönelik çeşitli stratejiler geliştirmek durumunda kalmaktadır.

Tüm bu bulgular doğrultusunda, cezaevi sisteminde LGBTİ+ mahkûmların temel haklarının korunması için ayrımcılığın önlenmesine yönelik yasal ve kurumsal düzenlemelerin hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, cezaevi personelinin LGBTİ+ mahkûmların özgül ihtiyaçları konusunda bilinçlendirilmesi, ayrımcılığı önleyici bir kurum kültürünün geliştirilmesi ve sağlık hizmetlerine eşit erişim hakkının güvence altına alınması, daha adil ve kapsayıcı bir ceza adalet sistemi için elzemdir.

Cezaevi Personelinin Tutuklu Transgender Bireylere Yönelik Davranışları

LGBTİ+ bireyler, toplumsal düzeyde yaygın ayrımcılığa ve dışlanmaya maruz kalmakta olup, ceza adalet sisteminde orantısız bir şekilde temsil edilmektedir (Jaffer et al., 2016; Kilty, 2020; Yap et al., 2020). Bu durum, özellikle etnik azınlıklara mensup, yoksulluk içinde büyüyen ve genç yaşta polis gözetimine maruz kalan LGBTİ+ bireyler için daha belirgindir. Ulusal LGBTQ+ Mahkûm Anketi 2015 verilerine göre, ABD'deki LGBTİ+ mahkûmların %58'i ilk kez 18 yaşından önce tutuklanmıştır (Lydon et al., 2015). Bu mahkûmların özgül fiziksel, psikolojik ve sosyal gereksinimleri cezaevi süreçlerinde çoğu zaman göz ardı edilmekte, görünmez kılınmakta ve sistematik olarak ihmal edilmektedir. Cezaevi personelinin cinsiyet kimliği ile cinsel yönelim arasındaki farkı ayırt etmekte zorlandığı ve bu bilgi eksikliğinin tutumlarına doğrudan yansıdığı görülmektedir (Brömdal et al., 2019). Transgender mahkûmların tıbbi ihtiyaçlarının görmezden gelinmesi, hormon tedavilerinin kesilmesi veya taleplerinin manipülasyon olarak değerlendirilmesi yaygın sorunlardandır (Brown, 2009; Alexander & Meshelemiah, 2010). Yapısal damgalama, heteronormatif cezaevi kültürü ve uzmanlaşmış sağlık personeli eksikliği, transgender mahkûmların temel sağlık haklarına erişimini ciddi şekilde sınırlamaktadır (Atabay, 2009; Clark et al., 2017; White Hughto et al., 2018). Cezaevi ortamındaki bu homofobik ve transfobik yapı, çoğu zaman katı hiyerarşi ve "erkeklik" normlarına dayalı kültürel kalıplarla desteklenmektedir (McCauley et al., 2018). Trans kadınlar ise kimliklerini görünür kılmak için daha kadınsı davranışlar sergilemek zorunda kalmakta, ancak bu çaba sıklıkla cezaevi personeli tarafından değersizleştirilmekte ve kadın kimliği görmezden gelinmektedir (Jenness & Fenstermaker, 2014; Kilty, 2020). Cezaevi personelinin LGBTİ+ mahkûmlara yönelik transfobik tutumları; aşağılayıcı dil kullanımı, önyargıya dayalı davranışlar, sağlık hizmetlerinden

dışlama ve kimi zaman fiziksel/cinsel şiddet biçiminde kendini gösterebilmektedir (Bashford et al., 2017; Garcia, 2014; Brömdal et al., 2019). Sağlık personelinin bile bu önyargılı ortamdan etkilendiği, yeterli bakım vermekte zorlandığı belirtilmektedir (Poole et al., 2002; Clark et al., 2017). Cinsiyet geçiş sürecindeki sağlık hizmetlerine erişim ise, yapısal ve bireysel engeller nedeniyle büyük oranda kesintiye uğramaktadır (Coleman et al., 2012; Routh et al., 2015). Bu sorunlara karşı, cezaevi personelinin LGBTİ+ mahkûmların ihtiyaçlarına yönelik eğitilmesi, zamir kullanımına özen gösterilmesi ve tıbbi kararların uzmanlar tarafından alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Colopy, 2012; Clark et al., 2017). ABD'de White Hugtho ve Clark (2019) tarafından geliştirilen davranış değişikliği temelli eğitim programları, personelin kültürel duyarlılığını artırmayı ve klinik yeterlilik kazandırmayı amaçlamaktadır. Eğitimde hormon tedavisi, cerrahi müdahale, ruh sağlığı desteği ve mahkûmların deneyimlerine dair farkındalık oluşturma konularına yer verilmiştir. Sonuç olarak, cezaevi personelinin tutumları, LGBTİ+ ve özellikle transgender mahkûmların fiziksel ve ruhsal sağlığı üzerinde doğrudan etkili olmakta; onların görünürlüğü, güvenliğini ve temel haklara erişimini şekillendirmektedir. Bu bağlamda, ceza infaz sistemlerinde heteronormatif ve ayrımcı yapının dönüştürülmesi, LGBTİ+ mahkûmların maruz kaldığı insan hakları ihlallerini azaltmak ve daha eşitlikçi bir ceza adalet sistemi inşa etmek açısından kritik bir gerekliliktir.

Cezaevi Hemşirelerinin LGBTİ+ Mahkûmlara Yönelik Görev ve Sorumlulukları

Cezaevi hemşirelerinin görev ve sorumlulukları yalnızca fiziksel sağlık hizmetleri sunmakla sınırlı değildir; bu sorumluluklar, mahkûmların ruhsal, sosyal ve kültürel ihtiyaçlarını da kapsayan bütüncül bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır. Özellikle LGBTİ+ mahkûmlar, cezaevi ortamında sıkça maruz kaldıkları ayrımcılık, damgalama ve dışlanma nedeniyle hem fiziksel hem de psikososyal düzeyde özel bakım gereksinimlerine sahiptir. Bu nedenle, cezaevi hemşireleri bu mahkûmların sağlık ve bakım ihtiyaçlarını gözeterek hizmet sunmakla yükümlüdür.

Hemşireler, LGBTİ+ bireyler için sağlık eşitsizliklerini azaltmaya yönelik çeşitli koruyucu ve destekleyici girişimlerde bulunabilir. Bu kapsamda kapsayıcı cinsel sağlık eğitimi, cinsel yönelim ve toplumsal cinsiyet kimliği konusunda farkındalık artırıcı çalışmalar ile zorbalık ve intiharı önlemeye yönelik müdahaleler yer almaktadır (Yıldız, 2018; Wilson & Cariola, 2020). Bu tür müdahaleler, cezaevi gibi kapalı ortamlarda hem LGBTİ+ mahkûmların güvenliğini artırmakta hem de genel cezaevi iklimini iyileştirmektedir.

Cezaevi hemşireleri, sadece mahkûmlara yönelik değil, aynı zamanda cezaevi personeline yönelik eğitimler yoluyla da ayrımcılığın önlenmesine katkı sağlamaktadır. LGBTİ+ mahkûmların özgün sağlık ve psikososyal ihtiyaçlarına yönelik farkındalık kazandıran bu eğitimler, hem kurumsal tutumu dönüştürmekte hem de kapsayıcı bir bakım ortamı oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Nitekim araştırmalar, sağlık profesyonelleri ve öğrencilerin LGBTİ+ bireylere yönelik kültürel yetkinliklerini artırmak amacıyla uygulanan eğitimsel müdahalelerin bilgi ve beceriler üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir (Bristol, Kostelec & MacDonald, 2018; Du Mont et al., 2020).

Ayrıca, tüm sağlık profesyonelleri ile doğrudan etkileşim hâlinde çalışan hemşireler, hasta deneyimlerini gözlemlene ve etik ilkelere dayalı, saygılı bakım uygulamalarını teşvik etme konusunda ayrıcalıklı bir konumdadır. Hemşireler, ayrımcılığa maruz kalan LGBTİ+ bireyleri destekleyerek, gerekirse başka bir sağlık profesyoneline yönlendirme ya da hasta ilişkileri birimi aracılığıyla şikâyet sürecini başlatmalarına yardımcı olma görevini de üstlenebilir (Damaskos et al., 2018).

Bu kapsamda, Amerikan Hemşireler Birliği'nin (ANA) yayımladığı *LGBTQ+ Bireyler İçin Hemşirelik Savunuculuğu* başlıklı pozisyon bildirgesi (ANA, 2018), LGBTİ+ bireyler için sağlıkta eşitliği sağlamak amacıyla kültürel olarak yetkin bakımın teşvik edilmesini, ayrımcılığın açıkça reddedilmesini, LGBTİ+ bireyleri kapsayan politika ve yasal düzenlemelerin desteklenmesini, hemşirelerin bu konularda eğitim almalarını ve LGBTİ+ sağlığı alanında araştırmalara katılım göstermelerini önererek, hemşirelerin savunucu rolünü pekiştirmektedir. Sonuç olarak, cezaevi hemşireleri, LGBTİ+ mahkûmların sağlığını korumak ve iyileştirmek adına hem bireysel hem de kurumsal düzeyde önemli roller üstlenmektedir.

Kapsayıcı eğitimler, savunuculuk, kültürel duyarlılık ve eşitlik temelli bakım anlayışı ile hemşireler; cezaevi ortamında LGBTİ+ mahkûmların sağlık hakkına erişimini güvence altına alabilir. Bu müdahalelerin etkili olabilmesi için sektörel iş birliği içinde, tüm sağlık hizmet düzeylerinde bütüncül ve sürdürülebilir biçimde uygulanması gerekmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç

LGBTİ+ mahkûmlar, cezaevi ortamında sistematik ayrımcılık, fiziksel ve cinsel şiddet, psikolojik baskı ve sağlık hizmetlerine erişim kısıtlamaları gibi ciddi zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Araştırmalar, özellikle transgender mahkûmların, diğer mahkûmlara kıyasla çok daha yüksek oranlarda istismar ve mağduriyet yaşadığını göstermektedir. LGBTİ+ mahkûmlar, cezaevlerinde sık sık sözlü ve fiziksel tacize maruz kalmakta, izolasyon ve dışlanma nedeniyle psikolojik sağlık sorunları derinleşmektedir.

Cezaevi sistemleri, LGBTİ+ mahkûmların güvenliğini sağlama ve onları koruma yükümlülüğüne sahip olmasına rağmen, mevcut politikaların ve uygulamaların yetersiz olduğu görülmektedir. Uluslararası insan hakları çerçeveleri, LGBTİ+ mahkûmların güvenliğini sağlamak için özel önlemler alınmasını zorunlu kılarsa da, birçok ülke bu gereklilikleri karşılayacak somut adımları atmamaktadır. Özellikle, LGBTİ+ mahkûmların özel ihtiyaçlarına yönelik sağlık hizmetlerinin eksikliği, cezaevi içinde ve sonrasında sosyal entegrasyonlarını zorlaştırmaktadır.

Bu nedenle, LGBTİ+ mahkûmların temel insan haklarına erişimini sağlamak ve cezaevlerindeki sistematik eşitsizlikleri ortadan kaldırmak için kapsamlı reformlar gerekmektedir. LGBTİ+ mahkûmlara yönelik ayrımcılığı ve şiddeti önleyici politikalar geliştirilmediği sürece, cezaevlerinde LGBTİ+ mahkûmların maruz kaldığı mağduriyet devam edecektir.

Öneriler

LGBTİ+ mahkûmların korunması ve cezaevlerinde daha insanca koşullarda yaşaması için şu önlemler alınmalıdır:

LGBTİ+li Mahkûmların Güvenliğinin Sağlanması:

LGBTİ+ mahkûmların güvenliğini sağlamak amacıyla onları şiddet ve tacizden koruyacak özel barınma alanları oluşturulmalıdır.

Cezaevi personeline LGBTİ+ mahkûmların hakları konusunda zorunlu eğitimler verilerek homofobi ve transfobiye karşı farkındalık artırılmalıdır.

LGBTİ+ bireylere yönelik şiddet olayları özel olarak takip edilmeli ve etkili şikayet mekanizmaları oluşturulmalıdır.

Sağlık Hizmetlerine Erişimin Güvence Altına Alınması:

Transgender mahkûmların hormon terapisi ve cinsiyet geçiş süreçlerine erişimi sağlanmalıdır.

HIV/AIDS başta olmak üzere LGBTİ+ mahkûmların özel sağlık ihtiyaçları için kapsamlı sağlık programları oluşturulmalıdır.

Cezaevlerinde LGBTİ+ mahkûmların psikososyal destek alabileceği ruh sağlığı hizmetleri genişletilmelidir.

LGBTİ+ Mahkûmlar İçin Sosyal Destek Mekanizmalarının Güçlendirilmesi:

Tahliye sonrası LGBTİ+ mahkûmların sosyal hayata entegrasyonunu kolaylaştırmak amacıyla destekleyici programlar oluşturulmalıdır.

LGBTİ+ mahkûmların cezaevinde maruz kaldığı travmalarla başa çıkabilmesi için özel rehabilitasyon hizmetleri sağlanmalıdır.

Mahkûmların cinsel yönelim ve cinsiyet kimliklerini özgürce ifade edebilmeleri için cezaevlerinde güvenli alanlar oluşturulmalıdır.

KAYNAKÇA

Alexander Jr, R., & Meshelemiah, J. C. (2010). Gender identity disorders in prisons: what are the legal implications for prison mental health professionals and administrators?. *The Prison Journal*, 90(3), 269-287.

American Nurses Association (ANA)(2018). Nursing Advocacy for LGBTQ+ Populations. Availableonline: <https://www.nursingworld.org/~49866e/globalassets/practiceandpolicy/ethics/nursing-advocacy-for-lgbtq-populations.pdf>.

Atabay, T. (2009). Handbook on prisoners with special needs. Vienna: United Nations Office of Drugs and Crime

Baral, S. D., Poteat, T., Strömdahl, S., Wirtz, A. L., Guadamuz, T. E., & Beyrer, C. (2013). Worldwide burden of HIV in transgender women: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases*, 13(3), 214–222. doi:10.1016/S1473-3099(12)70315-8

Bashford, J., Hasan, S., Marriott, C., & Patel, K. (2017). Inside gender identity: A report on meeting the health and social care needs of transgender people in the criminal justice system. *Community Innovations Enterprise*, Bradford.

Bassichis, D. M. (2007). *It's War in Here: a Report on the Treatment of Transgender and Intersex People in New York State Men's Prisons*. Sylvia Rivera Law Project SRLP.

Bradford, J., Reisner, S. L., Honnold, J. A., & Xavier, J. (2013). Experiences of transgender-related discrimination and implications for health: results from the Virginia Transgender Health Initiative Study. *American journal of public health*, 103(10), 1820-1829.

Bristol, S., Kostelec, T., & MacDonald, R. (2018). Improving emergency health care workers' knowledge, competency, and attitudes toward lesbian, gay, bisexual, and transgender patients through interdisciplinary cultural competency training. *Journal of Emergency Nursing*, 44(6), 632-639.

Brown, G. R., & McDuffie, E. (2009). Health care policies addressing transgender inmates in prison systems in the United States. *Journal of Correctional Health Care*, 15(4), 280-291.

Brown, G. R. (2014). Qualitative analysis of transgender inmates' correspondence: Implications for departments of correction. *Journal of Correctional Health Care*, 20(4), 334-342.

Brömdal, A., Mullens, A. B., Phillips, T. M., & Gow, J. (2019). Experiences of transgender prisoners and their knowledge, attitudes, and practices regarding sexual behaviors and HIV/STIs: A systematic review. *International Journal of Transgenderism*, 20(1), 4-20.

Clark, K. A., White Hughto, J. M., & Pachankis, J. E. (2017). “What’s the right thing to do?” Correctional

Coleman, E., Bockting, W., Botzer, M., Cohen-Kettenis, P., DeCuypere, G., Feldman, J., ... & Zucker, K. (2012). Standards of care for the health of transsexual, transgender, and gender-nonconforming people, version 7. *International journal of transgenderism*, 13(4), 165-232.

Colopy, T. W. (2012). Setting gender identity free: Expanding treatment for transsexual inmates. *Health Matrix*, 22, 227.

Culbert, G. J. (2014). Violence and the perceived risks of taking antiretroviral therapy in US jails and prisons. *International Journal of Prisoner Health*, 10(2), 94–110. doi:10.1108/IJPH-05-2013-0020

Damaskos, P., Amaya, B., Gordon, R., & Walters, C. B. (2018, February). Intersectionality and the LGBT cancer patient. In *Seminars in oncology nursing* (Vol. 34, No. 1, pp. 30-36). WB Saunders.

Dolovich, S. (2011). Strategic segregation in the modern prison. *American Criminal Law Review*, 48(1), 1–110.

Dökmen, Z.Y. (2009). Toplumsal cinsiyet. İstanbul: Remzi Kitabevi.

Du Mont, J., Saad, M., Kosa, S. D., Kia, H., & Macdonald, S. (2020). Providing trans-affirming care for sexual assault survivors: An evaluation of a novel curriculum for forensic nurses. *Nurse education today*, 93, 104541.

Edney, R. (2004). To keep me safe from harm?: Transgender prisoners and the experience of imprisonment.[Paper in: Transsexualism: The New International Jurisprudence.]. *Deakin Law Review*, 9(2), 327-338.

Emmer, P., Lowe, A., & Marshall, R. B. (2011). *This is a prison, glitter is not allowed: Experiences of trans and gender variant people in Pennsylvania's Prison Systems: A report by the hearts on a wire collective*. Hearts on a Wire Collective.

Fletcher, J. B., Kisler, K. A., & Reback, C. J. (2014). Housing status and HIV risk behaviors among transgender women in Los Angeles. *Archives of sexual behavior*, 43, 1651-1661.

Glaze, L. E., & Parks, E. (2011). Correctional populations in the United States, 2011. *Population*, 6(7), 8.

Gökçeoğlu, A., Bülbül, B., Ovacık, B., Gürkan, D., Eroğlu, D., Sertoğlu, E., Toplu Demirtaş, E., Tuna, E., Göregenli, M., Öztürk, N., Güdül, Ö. T., Kantaş, Ö., Çolak, Ö., Önen, P., Şah, U. ve Güney, Z. (2017). Psikologlar için LGBTİ' lerle (Lezbiyen, Gey, Biseksüel, Trans, Interseks) Çalışma Kılavuzu. İstanbul: TODAP Yayını.

Grant, J. M., Mottet, L., Tanis, J. E., Harrison, J., Herman, J., & Keisling, M. (2011). Injustice at every turn: A report of the National Transgender Discrimination Survey. Washington,

Hagner, D. (2010). Fighting for our lives: the D.C. Trans Coalition’s campaign for humane treatment of transgender inmates in District of Columbia correctional facilities. *Georgetown Journal of Gender & the Law*, 11(3), 837–867. Retrieved from <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/grggen11&div=36&id=36&page=36>

Harawa, N. T., Sweat, J., George, S., & Sylla, M. (2010). Sex and condom use in a large jail unit for men who have sex with men (MSM) and male-to-female transgenders. *Journal of Health Care for the Poor and Underserved*, 21(3), 1071–1087. doi:10.1353/hpu.0.0349

Harvey, T. D., Keene, D. E., & Pachankis, J. E. (2021). Minority stress, psychosocial health, and survival among gay and bisexual men before, during, and after incarceration. *Social Science & Medicine*, 272, 113735.

Hochdorn, A., Faleiros, V. P., Valerio, P., & Vitelli, R. (2018). Narratives of transgender people detained in prison: The role played by the utterances “not”(as a feeling of hetero-and auto-rejection) and “exist”(as a feeling of hetero-and auto-acceptance) for the construction of a discursive self. A suggestion of goals and strategies for psychological counseling. *Frontiers in Psychology*, 8, 2367.

International Commission of Jurists. (2007). Yogyakarta Principles - Principles on the application of international human rights law in relation to sexual orientation and gender identity. Retrieved from http://www.yogyakartaprinciples.org/wp/wp-content/uploads/2016/08/principles_en.pdf

Jaffer, M., Ayad, J., Tungol, J. G., MacDonald, R., Dickey, N., & Venters, H. (2016). Improving transgender healthcare in the New York City correctional system. *LGBT health*, 3(2), 116-121.

Jenness, V., & Fenstermaker, S. (2014). Agnes goes to prison: Gender authenticity, transgender inmates in prisons for men, and pursuit of “the real deal”. *Gender & Society*, 28(1), 5–31. doi:10.1177/0891243213499446

Jenness, V., Maxson, C. L., Matsuda, K. N., & Sumner, J. M. (2007). Violence in California correctional facilities: An empirical examination of sexual assault. *Bulletin*, 2(2), 1-4.

Kendig, N. E., Cubitt, A., Moss, A., & Sevelius, J. (2019). Developing correctional policy, practice, and clinical care considerations for incarcerated transgender patients through collaborative stakeholder engagement. *Journal of Correctional Health Care*, 25(3), 277-286.

Kilty, J. M. (2021). ‘I just wanted them to see me’: Intersectional stigma and the health consequences of segregating Black, HIV+ transwomen in prison in the US state of Georgia. *Gender, Place & Culture*, 28(7), 1019-1039.

McCauley, E., Eckstrand, K., Desta, B., Bouvier, B., Brockmann, B., & Brinkley-Rubinstein, L. (2018). Exploring healthcare experiences for incarcerated individuals who identify as transgender in a southern jail. *Transgender health*, 3(1), 34-41.

Nadal, K. L., Vargas, V. H., Meterko, V., Hamit, S., & Mclean, K. (2012). Transgender female sex workers in New York City: Personal perspectives, gender identity development, and psychological processes. *Managing diversity in today's workplace: Strategies for employees and employers*, 1, 123-153.

National LGBT Health Education Center (2018). Glosario de Términos LGBT Para Equipos de Atención a la Salud. Available online: <https://www.lgbtqihealtheducation.org/publication/glosario-de-terminos-lgbt-para-equipos-de-atencion-a-la-salud/> (accessed on 20 March 2025).

Okamura, A. (2011). Equality behind bars: Improving the legal protections of transgender inmates in the California prison systems. *Hastings Race & Poverty LJ*, 8, 109.

Özbek, Ç. (2015). Demokrasinin "yeni" aktörleri: Ekolojik, feminist ve LGBT hareketleri bağlamında sivil toplum örgütleri. (Doktora tezi), Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muğla, s. 1-405.

Özbek, Ç. (2020). Türkiye'de cinsel yönelim ayrımcılığı ve dezavantajlılığın görüntüleri. Arık, F. ve Taş, L. (Ed.), *Dezavantajlılar ve dezavantajlılık sosyolojisi*, içinde (s. 369-383.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Patterson, E. J. (2013). The dose–response of time served in prison on mortality: New York State, 1989–2003. *American Journal of Public Health*, 103(3), 523-528.

Poole, L., Whittle, S., & Stephens, P. (2002). Working with transgendered and transsexual people as offenders in the probation service. *Probation Journal*, 49(3), 227-232.

Reback, C. J., & Fletcher, J. B. (2014). HIV prevalence, substance use, and sexual risk behaviors among transgender women recruited through outreach. *AIDS and Behavior*, 18, 1359-1367.

Rosario, M., Schrimshaw, E. W., & Hunter, J. (2012). Risk factors for homelessness among lesbian, gay, and bisexual youths: A developmental milestone approach. *Children and youth services review*, 34(1), 186-193.

Rosenberg, R., & Oswin, N. (2015). Trans embodiment in carceral space: Hypermasculinity and the US prison industrial complex. *Gender Place and Culture*, 22(9), 1269–1286. doi:10.1080/0966369x.2014.969685

Rosenblum, D. (1999). Trapped in Sing Sing: Transgendered prisoners caught in the gender binarism. *Mich. J. Gender & L.*, 6, 499.

Rotondi, N. K., Bauer, G. R., Scanlon, K., Kaay, M., Travers, R., & Travers, A. (2013). Nonprescribed hormone use and self-performed surgeries: “do-it-yourself” transitions in transgender communities in Ontario, Canada. *American journal of public health*, 103(10), 1830-1836.

Routh, D., Abess, G., Makin, D., Stohr, M. K., Hemmens, C., & Yoo, J. (2017). Transgender inmates in prisons: A review of applicable statutes and policies. *International journal of offender therapy and comparative criminology*, 61(6), 645-666.

Sanchez, N. F., Sanchez, J. P., & Danoff, A. (2009). Health care utilization, barriers to care, and hormone usage among male-to-female transgender persons in New York City. *American journal of public health*, 99(4), 713-719.

Sevelius, J., & Jenness, V. (2017). Challenges and opportunities for gender-affirming healthcare for transgender women in prison. *International Journal of Prisoner Health*, 13(1), 32-40.

Sezer, Ö. (2019). LGBT bireylerin yalnızlık, yaşam memnuniyeti ve sosyal uyum düzeylerinin incelenmesi (Yüksek lisans tezi), Trabzon üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Trabzon, s. 1-93.

Short, V., Cooper, J., Shaw, J., Kenning, C., Abel, K., & Chew-Graham, C. (2009). Custody vs care: attitudes of prison staff to self-harm in women prisoners—a qualitative study. *The Journal of Forensic Psychiatry & Psychology*, 20(3), 408-426.

Snapp, S. D., Hoenig, J. M., Fields, A., & Russell, S. T. (2015). Messy, butch, and queer: LGBTQ youth and the school-to-prison pipeline. *Journal of Adolescent Research*, 30(1), 57-82.

Stotzer, R. L. (2009). Violence against transgender people: A review of United States data. *Aggression and Violent Behavior*, 14(3), 170-179.

Sumner, J., & Sexton, L. (2015). Lost in translation: Looking for transgender identity in women's prisons and locating aggressors in prisoner culture. *Critical Criminology*, 23(1), 1–20. doi:10.1007/s10612-014-9243-6

Thompson, D. (2017). California funds 1st US inmate sex reassignment. *New York Times*.

UNODC, U.N.O.o.D.a.C, (2015). The United Nations Standard Minimum Rules for the Treatment of Prisoners (The Nelson Mandela Rules) Government of Germany. United Nations.

Hughto, J. M. W., Reisner, S. L., & Pachankis, J. E. (2015). Transgender stigma and health: A critical review of stigma determinants, mechanisms, and interventions. *Social science & medicine*, 147, 222-231.

White Hughto, J. M., Clark, K. A., Altice, F. L., Reisner, S. L., Kershaw, T. S., & Pachankis, J. E. (2018). Creating, reinforcing, and resisting the gender binary: A qualitative study of transgender women's healthcare experiences in sex-segregated jails and prisons. *International Journal of Prisoner Health*, 14(2), 69-88.

Willmott, Y. (1997). Prison nursing: the tension between custody and care. *British Journal of Nursing*, 6(6), 333-336.

Wilson, C., & Cariola, L. A. (2020). LGBTQI+ youth and mental health: A systematic review of qualitative research. *Adolescent Research Review*, 5(2), 187-211.

Wilson, E. C., Garofalo, R., Harris, R. D., Herrick, A., Martinez, M., Martinez, J., & Belzer, M. (2009). Transgender Advisory Committee the Adolescent Medicine Trials Network for HIV/AIDS Interventions. Transgender female youth and sex work: HIV risk and a comparison of life factors related to engagement in sex work. *AIDS Behav*, 13(5), 902-913.

Wilson, M., Simpson, P. L., Butler, T. G., Richters, J., Yap, L., & Donovan, B. (2017). 'You're a woman, a convenience, a cat, a poof, a thing, an idiot': Transgender women negotiating sexual experiences in men's prisons in Australia. *Sexualities*, 20(3), 380-402.

Yang, M. F., Manning, D., van den Berg, J. J., & Operario, D. (2015). Stigmatization and mental health in a diverse sample of transgender women. *LGBT health*, 2(4), 306-312.

Yap, L., Richters, J., Butler, T., Schneider, K., Grant, L., & Donovan, B. (2011). The decline in sexual assaults in men's prisons in New South Wales: A "systems" approach. *Journal of Interpersonal Violence*, 26(15), 3157–3181. doi:10.1177/0886260510390961

Yap, L., Simpson, P., Richters, J., Donovan, B., Grant, L., & Butler, T. (2020). Disclosing sexuality: Gay and bisexual men's experiences of coming out, forced out, going back in and staying out of the 'closet' in prison. *Culture, health & sexuality*, 22(11), 1222-1234.

Yıldız, E. (2018). Suicide in sexual minority populations: A systematic review of evidence-based studies. *Archives of Psychiatric Nursing*, 32(4), 650-659.

Erişkin DEHB’de Depresyon Belirtileri ve Gündüz Uykululuk Düzeylerinin İncelenmesi

Arda Kazım Demirkan

E-mail: ardakazimdemirkan@gmail.com, Liv Hospital Samsun, Psikiyatri Bölümü, Samsun/ Türkiye.

Özet

Amaç: Bu çalışmada, erişkin dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB) tanısı almış bireylerde depresif semptomlar ve gündüz uykululuk düzeylerinin sağlıklı kontrol grubu ile karşılaştırılması ve bu değişkenler arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Çalışmaya, 85 DEHB tanılı ve 80 sağlıklı erişkin birey olmak üzere toplam 165 kişi dahil edilmiştir. Katılımcılara sosyodemografik bilgi formu, Wender-Utah Derecelendirme Ölçeği (WURS), Beck Depresyon Ölçeği (BDI) ve Epworth Uykululuk Ölçeği (ESS) uygulanmıştır. Verilerin analizinde Ki-kare testi, bağımsız örneklem t-testi ve Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır.

Bulgular: DEHB grubunda kadın oranı anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($p = 0.025$). DEHB tanılı bireylerde WURS ($54,69 \pm 8,35$), ESS ($8,64 \pm 4,41$) ve BDI ($23,91 \pm 12,87$) puanları kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (tüm $p < 0.001$). DEHB ile bireysel fiziksel hastalık öyküsü arasında anlamlı ilişki saptanmıştır ($p = 0.013$), ancak bireysel veya ailesel psikiyatrik hastalık öyküsü ile ilişki gözlenmemiştir. WURS puanı ile hem ESS ($r = 0.313$, $p < 0.001$) hem de BDI ($r = 0.486$, $p < 0.001$) arasında anlamlı pozitif korelasyonlar bulunmuştur. Parsiyel korelasyon analizinde, depresyon puanı kontrol edildiğinde bile WURS ile ESS arasındaki ilişki anlamlılığını korumuştur ($r = 0.175$, $p = 0.027$).

Sonuç: Erişkin DEHB bireylerinde depresif belirtiler ve gündüz uykululuk düzeyi belirgin şekilde artmıştır. Ayrıca, çocukluk çağı DEHB belirtilerinin hem depresyon hem de uyku sorunlarıyla ilişkili olduğu görülmektedir. Bu bulgular, erişkin DEHB’nin yalnızca temel semptomlarla değil, eşlik eden psikiyatrik ve nörofizyolojik faktörlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: DEHB, depresyon, gündüz uykululuk

Abstract

Objective: This study aimed to compare depressive symptoms and daytime sleepiness levels between adults diagnosed with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) and healthy controls, and to examine the relationships among these variables.

Methods: The sample consisted of 85 adults with ADHD and 80 healthy individuals, totaling 165 participants. All participants completed a sociodemographic information form, the Wender Utah Rating Scale (WURS), Beck Depression Inventory (BDI), and Epworth Sleepiness Scale (ESS). Chi-square tests, independent samples t-tests, and Pearson correlation analyses were used for statistical evaluation.

Results: The proportion of females was significantly higher in the ADHD group ($p = 0.025$). Compared to controls, the ADHD group had significantly higher scores on the WURS (54.69 ± 8.35 vs. 22.46 ± 11.88), ESS (8.64 ± 4.41 vs. 5.76 ± 4.69), and BDI (23.91 ± 12.87 vs. 13.40 ± 9.86) (all $p < 0.001$). A significant association was found between ADHD diagnosis and personal history of physical illness ($p = 0.013$), while no significant associations were found with personal or familial psychiatric history. WURS scores showed significant positive correlations with ESS ($r = 0.313$, $p < 0.001$) and BDI ($r = 0.486$, $p < 0.001$) scores. After controlling for BDI scores, the partial correlation between WURS and ESS remained significant ($r = 0.175$, $p = 0.027$).

Conclusion: Adults with ADHD exhibited significantly higher levels of depressive symptoms and daytime sleepiness compared to healthy controls. The findings suggest that childhood ADHD symptoms are closely related to both affective and sleep-related difficulties in adulthood. These results emphasize the need for comprehensive clinical assessment of adult ADHD beyond core symptoms, taking into account mood and sleep factors.

Keywords: ADHD, depression, daytime sleepiness.

GİRİŞ

Dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB), çocukluk çağında başlayan ve erişkinlikte de devam edebilen nörogelişimsel bir bozukluktur. Erişkinlerde DEHB'nin görülme sıklığı %2,5–5 arasında bildirilmektedir (Simon et al., 2009; Fayyad et al., 2017). DEHB, dikkat sürdürmede güçlük, dürtüsellik ve hiperaktivite belirtileriyle karakterizedir ve bireyin akademik, sosyal ve mesleki işlevselliğini önemli ölçüde etkileyebilir (American Psychiatric Association, 2013).

Erişkin DEHB sıklıkla başka psikiyatrik durumlarla birliktelik gösterir. Bunlar arasında en yaygın olanlardan biri depresyondur. Araştırmalar, DEHB olan bireylerde majör depresif bozukluk riskinin anlamlı düzeyde yüksek olduğunu göstermektedir (Kessler et al., 2006). Bu iki bozukluğun birlikte görülmesi, hastalık seyrini olumsuz etkileyebilir ve tedaviye yanıtı zorlaştırabilir (Biederman et al., 2008).

Bununla birlikte, DEHB olan bireylerde uykuya ilişkin sorunlar da oldukça yaygındır. Uyku bozuklukları hem DEHB belirtilerini artırabilir hem de bireyin yaşam kalitesini düşürebilir (Yoon et al., 2012). Erişkin DEHB hastalarında özellikle gündüz aşırı uykululuk, uykuya dalmada güçlük, huzursuz uyku ve sık uyanma gibi şikâyetler sıkça bildirilmiştir (Coogan & McGowan, 2017). Gündüz uykululuğu, dikkat eksikliği ve yorgunluk gibi semptomlarla örtüşerek DEHB semptomlarını şiddetlendirebilir.

Bu çalışmada, erişkin DEHB tanısı almış bireyler ile sağlıklı kontrol grubunun depresyon düzeyleri ve gündüz uykululuk durumlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca, bu psikiyatrik ve nörofizyolojik belirtilerin sosyodemografik değişkenlerle ilişkisi de incelenmiştir.

YÖNTEM

Bu çalışmaya, erişkin DEHB tanısı almış 85 birey ile yaş ve cinsiyet açısından eşleştirilmiş 80 sağlıklı gönüllü birey dâhil edilmiştir. DEHB tanısı, deneyimli bir psikiyatrist tarafından DSM-5 tanı kriterlerine göre konulmuştur. Sağlıklı kontrol grubunda herhangi bir psikiyatrik tanı veya tedavi öyküsü bulunmamaktadır.

Katılımcılardan çalışmaya katılmadan önce yazılı onam alınmıştır. Tüm ölçekler yüz yüze görüşme sırasında uygulanmıştır. Araştırma, ilgili üniversitenin etik kurulundan onay alınarak yürütülmüştür.

Veri Toplama Araçları

Sosyodemografik Bilgi Formu: Katılımcıların yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi, medeni durum ve mesleki durum gibi bilgilerini içermektedir.

Wender Utah Derecelendirme Ölçeği (WURS): Çocukluk çağı DEHB belirtilerini değerlendiren retrospektif öz bildirim ölçeğidir (Ward et al., 1993). Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Onçu ve arkadaşları (2005) tarafından yapılmıştır.

Beck Depresyon Ölçeği (BDI): Katılımcıların depresif belirtilerinin düzeyini ölçmek için kullanılan 21 maddelik öz bildirim ölçeğidir (Beck et al., 1961). Türkçe uyarlaması Hisli (1989) tarafından yapılmıştır.

Epworth Uyku luluk Ölçeği (ESS): Gündüz aşırı uyku luluk düzeyini değerlendiren sekiz maddelik öz bildirim ölçeğidir (Johns, 1991). Türkçeye geçerlilik çalışması Ağargün ve arkadaşları (1999) tarafından yapılmıştır.

İstatistiksel Analiz

Verilerin analizinde SPSS 25.0 sürümü kullanılmıştır. Gruplar arası karşılaştırmalarda kategorik değişkenler için Ki-kare testi, sürekli değişkenler için ise bağımsız örneklem t-testi veya Mann–Whitney U testi kullanılmıştır. $P < 0.05$ değeri istatistiksel anlamlılık düzeyi olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Çalışmaya 165 birey katılmış olup, bunların 85'i DEHB grubunda, 80'i ise kontrol grubunda yer almaktadır. Katılımcıların %52,7'si kadın, %47,3'ü erkektir. DEHB grubunda kadınların oranı (%61,2), kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha yüksektir ($\chi^2 = 5,02$, $p = 0.025$).

Wender-Utah Derecelendirme Ölçeği puan ortalaması DEHB grubunda $54,69 \pm 8,35$ iken, kontrol grubunda $22,46 \pm 11,88$ olarak bulunmuştur. Epworth Uyku luluk Ölçeği puan ortalaması sırasıyla $8,64 \pm 4,41$ ve $5,76 \pm 4,69$; Beck Depresyon Ölçeği puanları ise $23,91 \pm 12,87$ ve $13,40 \pm 9,86$ şeklindedir. Tüm ölçeklerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (tüm $p < 0.001$).

Ki-kare analizine göre, DEHB varlığı ile bireysel fiziksel hastalık öyküsü arasında anlamlı ilişki bulunmuştur ($\chi^2 = 6,19$, $p = 0.013$). Ancak bireysel psikiyatrik hastalık öyküsü ($p = 0.700$) ve ailede psikiyatrik hastalık öyküsü ($p = 0.064$) ile DEHB varlığı arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Wender-Utah Derecelendirme Ölçeği puanları, Epworth Uyku luluk Ölçeği ve Beck Depresyon Ölçeği puanları ile anlamlı ve pozitif yönde ilişkili bulunmuştur.

Wender-Utah puanı ile Epworth Uyku luluk Ölçeği puanı arasında zayıf düzeyde ancak anlamlı bir pozitif korelasyon gözlenmiştir ($r = .313$, $p < .001$). Wender-Utah puanı ile Beck Depresyon Ölçeği puanı arasında ise orta düzeyde anlamlı pozitif bir ilişki vardır ($r = .486$, $p < .001$). Ayrıca Epworth ve Beck Depresyon puanları da birbiriyle zayıf düzeyde anlamlı şekilde ilişkili bulunmuştur ($r = .359$, $p < .001$).

Bu bulgular, dikkat eksikliği ve hiperaktivite belirtileri arttıkça bireylerin hem gündüz uykululuk düzeylerinin hem de depresyon şiddetlerinin artma eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Wender-Utah Derecelendirme Ölçeği puanı ile Epworth Uykululuk Ölçeği puanı arasındaki ilişki, depresyon puanı kontrol edilerek yeniden incelenmiştir. Kısmi korelasyon analizi sonucunda, depresyonun etkisi kontrol edildiğinde Wender-Utah ve Epworth puanları arasında zayıf düzeyde ancak istatistiksel olarak anlamlı bir pozitif ilişki olduğu görülmüştür ($r = .175$, $p = .027$). Bu sonuç, ADHD belirtileri ile gündüz uykululuk arasındaki ilişkinin, depresif semptomlardan tamamen bağımsız olmasa da, onlardan bağımsız bir bileşen içerdiğini göstermektedir.

Wender-Utah Derecelendirme Ölçeği puanı kontrol edilerek, gündüz uykululuk düzeyi (Epworth) ile depresyon düzeyi (Beck Depresyon Ölçeği) arasındaki ilişki incelenmiştir. Kısmi korelasyon sonucunda, ADHD belirtileri kontrol edildiğinde, Epworth ve Beck puanları arasında zayıf düzeyde fakat anlamlı bir pozitif ilişki olduğu belirlenmiştir ($r = .247$, $p = .002$). Bu bulgu, uykululuk düzeyi ile depresyon düzeyi arasındaki ilişkinin ADHD semptomlarından bağımsız bir şekilde de sürdüğünü göstermektedir.

Üçüncü analizde, Epworth Uykululuk Ölçeği puanı kontrol edilerek, Beck Depresyon Ölçeği ile Wender-Utah puanları arasındaki ilişki incelenmiştir. Sonuçlara göre, uykululuk düzeyi sabit tutulduğunda, Beck Depresyon puanı ile Wender-Utah puanı arasında orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir pozitif ilişki vardır ($r = .420$, $p < .001$). Bu bulgu, depresyon ve ADHD belirtileri arasındaki ilişkinin gündüz uykululuk düzeyinden bağımsız olarak da sürdüğünü göstermektedir.

Toplamda yapılan üç farklı kısmi korelasyon analizinin tümünde, değişkenler arası ilişkiler kontrol değişkenlerinden bağımsız şekilde anlamlı kalmaya devam etmiştir. Özellikle: ADHD semptomları hem depresyon hem de gündüz uykululuğu ile ilişkili olup, bu ilişkiler kısmi kontrollerde de korunmaktadır. Depresyon, ADHD semptomlarından ve uykululuktan bağımsız olarak da önemli bir değişkendir.

Üç değişkenin (depresyon, ADHD, uykululuk) karşılıklı ilişkilerinin çok yönlü ve birbirinden tam bağımsız olmadığı, ancak her bir değişkenin kendi başına da anlamlı katkı sağladığı görülmektedir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, erişkin DEHB tanısı alan bireylerin kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek depresyon ve gündüz uykululuk düzeylerine sahip oldukları saptanmıştır. Elde edilen bulgular, önceki literatür ile paralellik göstermektedir. Örneğin, Surman ve ark. (2013), DEHB'li bireylerde depresif belirtilerin yaygın olduğunu ve işlevselliği olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Ayrıca, uykululuk hali ve DEHB arasındaki ilişkinin altı, çeşitli nörobilişsel ve davranışsal mekanizmalarla çizilmiştir (Yoon et al., 2012).

Çalışmamızda, Wender-Utah puanı ile Epworth ve Beck puanları arasında anlamlı pozitif korelasyonlar saptanmıştır. Bu durum, çocuklukta başlayan DEHB belirtilerinin erişkinlikte de devam ettiğini ve hem uyku kalitesi hem de duygudurumla ilişkili olabileceğini göstermektedir. Depresyon düzeyinin kontrol edildiği parsiyel korelasyon analizinde, Wender-Utah ve Epworth ölçekleri arasındaki ilişkinin anlamlılığını sürdürmesi, bu ilişkinin bağımsız bir yapıya da sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Bireysel fiziksel hastalık öyküsünün DEHB ile ilişkili bulunması dikkat çekicidir. DEHB ile kronik fiziksel sağlık problemleri arasındaki ilişki daha önce de çeşitli çalışmalarda gündeme gelmiş, bu bireylerin sağlık

hizmetlerine erişim ve özbakımda zorluk yaşayabildiği belirtilmiştir (Nigg et al., 2005). Bu bulgu, klinik izlemde multidisipliner yaklaşımın gerekliliğini vurgulamaktadır.

Ancak, çalışmada bireysel psikiyatrik hastalık öyküsü ve ailede psikiyatrik hastalık varlığı ile DEHB arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır. Bu durum, örneklemdeki düşük prevalansla açıklanabilir ve daha geniş örneklemli çalışmalarda yeniden incelenmelidir.

Bu çalışmada, DEHB tanısı olan erişkin bireylerin, sağlıklı kontrollere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek depresif belirti düzeyine ve gündüz aşırı uykululuğa sahip oldukları gösterilmiştir. Wender-Utah, Epworth ve Beck depresyon ölçek puanları arasında anlamlı pozitif ilişkiler bulunmuş, bu da DEHB semptomlarının duygudurum ve uyku regülasyonu ile yakından ilişkili olduğunu göstermiştir.

Ayrıca, bireysel fiziksel hastalık öyküsünün DEHB ile anlamlı ilişkili olması, bu bireylerin hem psikiyatrik hem de fiziksel sağlık alanlarında daha kapsamlı bir değerlendirme gerektirdiğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

Ağargün MY, Kara H, Anlar Ö. Epworth Uykululuk Ölçeği'nin geçerliği ve güvenilirliği. Türk Psikiyatri Dergisi. 1999;10(4):261–267.

American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.).

Beck AT, Ward CH, Mendelson M, Mock J, Erbaugh J. An inventory for measuring depression. Arch Gen Psychiatry. 1961;4:561–571. doi:10.1001/archpsyc.1961.01710120031004

Biederman, J., Petty, C. R., Spencer, T. J., et al. (2008). Predictive utility of adult ADHD criteria retrospectively assessed in children at risk for ADHD. Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 47(5), 547–554.

Coogan, A. N., & McGowan, N. M. (2017). A systematic review of circadian function, chronotype and chronotherapy in attention deficit hyperactivity disorder. Attention Deficit and Hyperactivity Disorders, 9(3), 129–147.

Fayyad, J., Sampson, N. A., Hwang, I., et al. (2017). The descriptive epidemiology of DSM-IV Adult ADHD in the World Health Organization World Mental Health Surveys. ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders, 9(1), 47–65.

Hisli N. Beck Depresyon Envanteri'nin üniversite öğrencileri için geçerliği, güvenilirliği. Psikoloji Dergisi. 1989;7(23):3–13.

Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. Sleep. 1991;14(6):540–545. doi:10.1093/sleep/14.6.540

Kessler, R. C., Adler, L., Barkley, R., et al. (2006). The prevalence and correlates of adult ADHD in the United States: results from the National Comorbidity Survey Replication. *American Journal of Psychiatry*, 163(4), 716–723.

Nigg, J. T., Silk, K. R., Stavro, G., & Miller, T. (2005). Disentangling attention problems from other psychosocial problems in childhood: A behavioral genetic analysis. *Development and Psychopathology*, 17(1), 87–109.

Onçu B, Olmez Ş, Senturk B. Wender Utah Derecelendirme Ölçeği'nin Türkçe Formunun Erişkin Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu Tanısındaki Geçerlik ve Güvenilirliği. *Türk Psikiyatri Dergisi*. 2005;16(4):252–259.

Simon, V., Czobor, P., Bálint, S., Mészáros, Á., & Bitter, I. (2009). Prevalence and correlates of adult attention-deficit hyperactivity disorder: meta-analysis. *British Journal of Psychiatry*, 194(3), 204–211.

Surman, C. B. H., Hammerness, P. G., & Adkinson, B. D. (2013). Depression and ADHD in adults: Clinical features and treatment implications. *Current Psychiatry Reports*, 15(5), 372.

Ward MF, Wender PH, Reimherr FW. The Wender Utah Rating Scale: An aid in the retrospective diagnosis of childhood attention deficit hyperactivity disorder. *Am J Psychiatry*. 1993;150(6):885-890. doi:10.1176/ajp.150.6.885

Yoon, S. Y. R., Jain, U., & Shapiro, C. (2012). Sleep in attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adults: past, present, and future. *Sleep Medicine Reviews*, 16(4), 371–388.

Yoon, S. Y. R., Jain, U., & Shapiro, C. (2012). Sleep in attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adults: Past, present, and future. *Sleep Medicine Reviews*, 16(4), 371–388.

Tokat İlinde Frontal Sinüs Varyasyonlarının Mdbt İle Değerlendirilmesi

FATMA KÖKCÜ¹, MUHAMMED ERKAM ÇEKER²

¹E-mail: fatmakokcu79@hotmail.com; Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji Bölümü, TOKAT / Türkiye.

²E-mail: m_erkam@windowslive.com; Tokat Devlet Hastanesi, Radyoloji Bölümü, TOKAT/ Türkiye.

Özet

Frontal sinüsler çoğunlukla doğumda rudimenter veya ageneziktir. Gelişimi genellikle 2 yaşından sonra başlar puberteye kadar büyür ve 20 yaşa kadar gelişimleri tamamlanmış olur. Frontal sinüslerin boyutu aynı kişide bile değişiklikler gösterebilmekte ageneziden hiperplaziye kadar değişen varyasyonlar göstermektedir. Bu varyasyonlar değişik yayınlarda farklı popülasyonlarda tanımlanmıştır. Frontal sinüs tipleri sinüzit patofizyolojisi, komplikasyonlar tedavi ile ilişkili olduğundan önemlidir. Bu çalışmanın amacı Tokat ilinde yaşayan kişilerde frontal sinüs tiplerini saptamaktır.

Anahtar Kelimeler: Agenezi, Frontal sinüs, Frontal sinüs varyasyonları

Abstract

The frontal sinuses are mostly rudimentary or absent (agenesis) at birth. Their development typically begins after the age of 2, continues to grow until puberty, and is usually completed by the age of 20. The size of the frontal sinuses can vary even within the same individual, showing a range of variations from agenesis to hyperplasia. These variations have been described in different populations in various publications. Frontal sinus types are important due to their relevance to the pathophysiology of sinusitis, complications, and treatment. The aim of this study is to determine the types of frontal sinuses in individuals living in Tokat province.

Keywords: Agenesi, Frontal sinüs, Frontal sinus variations

GİRİŞ

Frontal sinüsler çoğunlukla doğumda rudimenter veya ageneziktir. Gelişimi genellikle 2 yaşından sonra başlar puberteye kadar büyür ve 20 yaşa kadar gelişimleri tamamlanmış olur (Choudhary et al., 2015).

Frontal sinüsler ethmoid infundibulum veya frontonazal duktus yoluyla orta meatusa drene olur(Çakur, Sumbullu, & Durna, 2011).

Frontal sinüslerin boyutu aynı kişide bile farklılıklar gösterebilmekte ageneziden hiperplaziye kadar değişen varyasyonlar göstermektedir(Flanigan, Kshetry, Mullin, Jahangiri, & Recinos, 2016; Lee, Sakai, & Spiegel, 2010). Bu varyasyonlar değişik yayınlarda farklı popülasyonlarda tanımlanmıştır.

Frontal sinüs tipleri sinüzit patofizyolojisi, komplikasyonlar ile ilişkili olduğundan önemlidir. Tedavi şeklini belirlemektedir(Betz et al., 2008).

Bu çalışmanın amacı Tokat ilinde yaşayan kişilerde frontal sinüs tiplerini saptamaktır.

YÖNTEM

Bu çalışmaya Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji bölümünde herhangi bir nedenle paranazal sinüs BT çekilmiş 20 yaş üzerinde 1219 hasta dahil edildi. Görüntüler retrospektif olarak PACS sistemi üzerinden tarandı. Paranazal sinüs cerrahisi geçirmiş hastalar, kafa travma öyküsü olanlar, kranyumla ilgili herhangi bir cerrahi işlem geçirmiş olanlar, frontal sinüs içi veya komşuluğunda kemik lezyonu olan hastalar çalışmaya alınmadı.

Tüm BT incelemeleri 8 kanallı bir MDBT sistemi (GE Healthcare, Milwaukee, WI, ABD) kullanılarak gerçekleştirildi. BT taramaları, hastalar sırtüstü (supin) pozisyonda iken, gantri sert damakla paralel olacak şekilde açılarak, 1.25 mm kalınlığında aksiyel düzlemde yapılmıştır. Bu görüntüler üzerinden koronal ve sagittal reformasyonlar oluşturulmuştur. Görüntüler PACS sistemi üzerinden en az 5 yıllık tecrübesi olan 2 radyolog tarafından değerlendirildi. Frontal sinüs tipleri koronal reformat görüntüler üzerinden sınıflandırıldı.

Sınıflandırma Guerram et al. çalışması temel alınarak yapıldı(Guerram, Le Minor, Renger, & Bierry, 2014). Koronal imaj üzerinde supraorbital ve mid orbital çizgi ile frontal sinüs ilişkisine göre frontal sinüsler boyutlarına göre değerlendirildi. Supraorbital çizgi orbitaların süperior marjinine teğet olarak geçen horizontal hat olarak çizildi. Mid orbital hat ise orbitanın medial ve lateral duvarları arasında orta hattın geçen vertikal çizgi olarak belirlendi. Buna göre hiç havalanma yoksa aplazik, supraorbital çizginin altında havalanma varsa hipoplazik, supraorbital çizginin üzerinde ancak mid orbital hattın medialinde kalan bir havalanma varsa orta büyüklükte ve supraorbital çizgini üzerinde mid orbital hattın laterale geçen havalanma varsa hiperplazik olarak sınıflandırıldı.

Çalışma gruplarının genel özellikleri hakkında bilgi vermek amacı ile tanımlayıcı analizler yapılmıştır. Sürekli değişkenlere ait veriler ortalama±standart sapma şeklinde; kategorik değişkenlere ilişkin veriler ise n (%) şeklinde verilmektedir. Nicel değişkenlerin gruplar arasındaki ortalamalarını karşılaştırırken İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik testi ve Tek Yönlü Varyans Analizinden yararlanılmaktadır. Nitel değişkenler arasındaki ilişki olup olmadığını değerlendirmek için çapraz tablolardan ve ki-kare testlerinden yararlanılmaktadır. p değerleri 0.05’den küçük hesaplandığında istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Hesaplamalarda hazır istatistik yazılımı kullanılmıştır (SPSS 22.0 Chicago, IL, USA).

BULGULAR

Toplam 1219 hastada 2438 frontal sinüs değerlendirildi. Hastaların yaş ortalaması 47 olup %38,3 ü kadın %61,7 si erkekti. Frontal sinüs tiplerinin nitel değişkenlik dağılımı Tablo 1’de belirtildi. Buna göre en sık normal boyutta frontal sinüs görülmektedir.

Tablo 1. Nitel değişkenler dağılımı

		n	%
Cinsiyet	Kadın	467	38,3
	Erkek	752	61,7
Hipoplazi	Yok	965	79,2
	Tek taraf	161	13,2
	İki taraf	93	7,6
Normal boyut	Yok	338	27,7
	Tek taraf	223	18,3
	İki taraf	658	54,0
Hiperplazi	Yok	918	75,3
	Tek taraf	85	7,0
	İki taraf	216	17,7
Aplazi	Yok	1180	96,9
	Tek taraf	34	2,8
	İki taraf	4	0,3

Sinüs tipleri bakımından karşılaştırıldığında hipoplazik frontal sinüsün sağ tarafta yer alma olasılığı, sol tarafa kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir (**Tablo 2**).

Tablo 2. Yöne göre sinüsler dağılımı

Değişkenler		Toplam n(%)	Grup		p
			Sağ n(%)	Sol n(%)	
Hipoplazi	Yok	2091(85,8)	1026(84,2)a	1065(87,4)b	0,024
	Var	347(14,2)	193(15,8)a	154(12,6)b	
Normal boyut	Yok	899(36,9)	464(38,1)	435(35,7)	0,223
	Var	1539(63,1)	755(61,9)	784(64,3)	
Hiperplazi	Yok	1921(78,8)	969(79,5)	952(78,1)	0,400
	Var	517(21,2)	250(20,5)	267(21,9)	
Aplazi	Yok	2395(98,3)	1194(97,9)	1201(98,6)	0,214
	Var	42(1,7)	25(2,1)	17(1,4)	

Pearson ki-kare testi kullanıldı. (ab): Satır olarak ortak harf istatistiksel önemsizliği ifade etmektedir.

Cinsiyet ile frontal sinüs tipleri arasındaki ilişkiye bakıldığında aplazik ve normal boyutta frontal sinüs tiplerinde cinsiyete göre istatistiksel anlamlı farklılık saptanmazken hipoplazik tip kadınlarda, hiperplazik tip ise erkeklerde istatistiksel olarak anlamlı daha fazla idi (**Tablo 3**).

Tablo 3. Cinsiyete göre nitel değişkenler dağılımı

		Cinsiyet		p
		Kadın n(%)	Erkek n(%)	
Hipoplazi	Yok	344(73,7)a	621(82,6)b	<0,001
	Tek taraf	74(15,8)a	87(11,6)b	
	İki taraf	49(10,5)a	44(5,9)b	
Normal Boyut	Yok	127(27,2)	211(28,1)	0,948
	Tek taraf	86(18,4)	137(18,2)	
	İki taraf	254(54,4)	404(53,7)	
Hiperplazi	Yok	377(80,7)a	541(71,9)b	0,003
	Tek taraf	25(5,4)	60(8,0)	
	İki taraf	65(13,9)a	151(20,1)b	
Aplazi	Yok	448(96,1)	732(97,3)	0,060
	Tek taraf	18(3,9)	16(2,1)	
	İki taraf	0(0)	4(0,5)	

Pearson ki-kare testi kullanıldı. (ab): Satır olarak ortak harf istatistiksel önemsizliği ifade etmektedir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Önceki çalışmalarda, frontal sinüsün volümetrik anatomik varyantlarını değerlendirmek amacıyla dört farklı morfolojik desen tanımlanmıştır: aplazi veya küçük boyut, hipoplazi, orta boyut ve hiperplazi. Bu çalışmalarda farklı sınıflandırma kriterleri kullanılmış olup, örneklem büyüklükleri sınırlı kalmıştır(Guerram et al., 2014; Štoković, Trkulja, Čuković-Bagić, Lauc, & Grgurević, 2018; Yüksel Aslier et al., 2016). Mevcut çalışmada, frontal sinüs morfolojisinin belirlenmesinde Guerram ve arkadaşlarının sınıflandırması kullanılmıştır. Önceki çalışmalarla benzer şekilde, bu çalışmada da frontal sinüs morfolojisinde en sık görülen tip orta boyutlu sinüs olmuştur. Aplaziden sonra, frontal sinüslerin hipoplazisi en nadir görülen morfolojik varyantlardandır.

Anterior kranial fossa ve orbita ile olan yakın ilişkisi nedeniyle, frontal sinüzit, orbital ve kranial komplikasyonların başlıca kaynağı olarak kabul edilmektedir(Betz et al., 2008; Goldberg, Oroszlan, & Anderson, 2001). Güncel çalışmaların bulguları, frontal sinüsün anatomik varyasyonlarının – özellikle boyut ve şeklinin – sinüzit gelişimi ile pozitif yönde ilişkili olduğunu göstermektedir.

Yakın tarihli bir çalışmada, frontal sinüs tipi ile sinüzit sıklığı arasında anlamlı bir ilişki saptanmış; orta boyutlu ve büyük sinüslerde sinüzit prevalansının, küçük sinüslere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir(Özdemir, Kavak, Öcal, & Soysal, 2021). Bu nedenle çalışmamızda elde edilen frontal sinüs morfolojisine ilişkin veriler, sinüzit tanısının değerlendirilmesi ve klinik kararların yönlendirilmesinde önemli bir referans oluşturmaktadır.

Endoskopik sinüs cerrahisinde komplikasyonların önlenmesi için, frontal sinüs tiplerinin – özellikle aplazinin – multiplanar BT görüntülemeleriyle operasyon öncesinde doğru şekilde tanınması büyük önem taşır(Al-Balas et al., 2020). Örneğin, mevcut olmayan bir frontal sinüsün cerrahi olarak açılmaya çalışılması ciddi komplikasyonlara yol açabilir.

Sonuç olarak frontal sinüs varyasyonlarının cerrahi planlama ve sinüzit tedavisindeki etkileri araştırılmalı; önceden yapılan görüntülemelerle komplikasyonlar önlenmelidir.

KAYNAKÇA

- Al-Balas, H. I., Nuseir, A., Alzoubi, F., Alomari, A., Bani-Ata, M., Almezhaa, S., & Aleshawi, A. (2020). Prevalence of frontal sinus aplasia in Jordanian individuals. *Journal of Craniofacial Surgery*, 31(7), 2040-2042.
- Betz, C. S., Issing, W., Matschke, J., Kremer, A., Uhl, E., & Leunig, A. (2008). Complications of acute frontal sinusitis: a retrospective study. *European archives of oto-rhino-laryngology*, 265, 63-72.
- Choudhary, S., Pasricha, N., Sehgal, G., Siddiqui, M. S., Khanduri, S., Srivastava, M. R., . . . Bedi, R. (2015). Aplasia of frontal sinus: CT study. *Int J Anat Res*, 3(4), 1620-1623.
- Çakur, B., Sumbullu, M. A., & Durna, N. B. (2011). Aplasia and agenesis of the frontal sinus in Turkish individuals: a retrospective study using dental volumetric tomography. *International journal of medical sciences*, 8(3), 278.
- Flanigan, P., Kshetry, V. R., Mullin, J. P., Jahangiri, A., & Recinos, P. F. (2016). Frontal sinus morphometry in relation to surgically relevant landmarks in the United States population. *World Neurosurgery*, 91, 12-15.
- Goldberg, A. N., Oroszlan, G., & Anderson, T. D. (2001). Complications of frontal sinusitis and their management. *Otolaryngologic clinics of North America*, 34(1), 211-225.
- Guerram, A., Le Minor, J. M., Renger, S., & Bierry, G. (2014). Brief communication: The size of the human frontal sinuses in adults presenting complete persistence of the metopic suture. *American journal of physical anthropology*, 154(4), 621-627.
- Lee, M. K., Sakai, O., & Spiegel, J. H. (2010). CT measurement of the frontal sinus–gender differences and implications for frontal cranioplasty. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 38(7), 494-500.
- Özdemir, M., Kavak, R. P., Öcal, B., & Soysal, H. (2021). A novel anatomical classification of the frontal sinus: can it be useful in clinical approach to frontal sinusitis? *The Egyptian Journal of Otolaryngology*, 37, 1-6.
- Štoković, N., Trkulja, V., Čuković-Bagić, I., Lauc, T., & Grgurević, L. (2018). Anatomical variations of the frontal sinus and its relationship with the orbital cavity. *Clinical Anatomy*, 31(4), 576-582.
- Yüksel Aslier, N. G., Karabay, N., Zeybek, G., Keskinoglu, P., Kiray, A., Sütay, S., & Ecevit, M. C. (2016). The classification of frontal sinus pneumatization patterns by CT-based volumetry. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 38, 923-930.

Mapping the Scientific Landscape of Home Health Care Satisfaction in Oncology: A Review of Publication Metrics

Ayşe SARI¹, Döne GÜNAY²

¹asari@cumhuriyet.edu.tr ; Sivas Cumhuriyet University, Sivas / Türkiye.

²donegunay@gmail.com, ; Sivas Numune Hospital, Sivas / Türkiye.

Özet

Çalışma, onkoloji alanında kanser hastalarının evde sağlık hizmetlerine erişimine ilişkin araştırmalarda yayın eğilimlerini belirlemeyi ve alandaki güncel gelişmeleri görselleştirmeyi amaçlamaktadır. Bibliyometrik ve istatistiksel analiz, Web of Science Core Collection veri tabanından elde edilen veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. “Kanser Hastası,” “Onkoloji Hastaları,” “Evde Sağlık Hizmetleri,” “Hasta Memnuniyeti” ve “Evde Sağlık Bakımı” anahtar kelimeleriyle kapsamlı bir tarama yapılmıştır. Toplam 75 ilgili çalışma, VOSviewer yazılımı kullanılarak bilimsel alan haritalaması ve temel bibliyometrik parametreler analiz edilmiştir. Analize dahil edilen 75 yayın, 24 ülkeden 559 yazar tarafından yazılmış ve 54 farklı dergide yayımlanmıştır. Bu makaleler toplamda 2006 atıf almıştır. En sık kullanılan anahtar kelimeler “kanser” (n=16), “onkoloji” (n=9) ve “palyatif bakım” (n=7) olmuştur. Zaman serisi incelendiğinde, özellikle 2021 ve 2022 yıllarında yayın sayısında belirgin bir artış gözlemlenmiştir; bu durumun COVID-19 pandemisi sırasında evde sağlık hizmetlerine artan ilgiyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışma, onkoloji araştırmalarında evde sağlık hizmeti memnuniyetine odaklanan yayınların evrimini ve güncel eğilimlerini görselleştirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bibliyometrik Analiz, Evde Sağlık Hizmetleri, Hasta Memnuniyeti, Kanser Hastası, Onkoloji Araştırmaları

Abstract

This study aims to identify publication trends and visualize recent developments in research on cancer patients' access to home health care within the oncology field. Bibliometric and statistical analyses were conducted using data obtained from the Web of Science Core Collection. A comprehensive search was performed using keywords such as “Cancer Patient,” “Oncology Patients,” “Home Health Care,” “Patient Satisfaction,” and “Home Care Services.” A total of 75 relevant publications were analyzed using VOSviewer to map the scientific landscape and assess key bibliometric indicators. These publications, authored by 559 researchers from 24 countries and published in 54 journals, received a total of 2,006 citations. The most frequent keywords were “cancer” (n=16), “oncology” (n=9), and “palliative care” (n=7). A marked increase in publications during 2021 and 2022 suggests growing interest in home care during the COVID-19 pandemic. This study visualizes the evolution and current trends in oncology research focused on home health care satisfaction.

Keywords: Bibliometric Analysis, Home Health Care Services, Patient Satisfaction, Cancer Patient, Oncology Research

Introduction

Cancer continues to pose a major public health concern at both individual and societal levels due to its increasing global incidence and morbidity. According to the World Health Organization (WHO), approximately 20 million new cancer cases were identified worldwide in 2022, and this number is projected to exceed 28 million by 2040 (World Health Organization [WHO], 2022). The treatment and care processes of oncology patients should be carried out through a holistic approach that encompasses not only hospital-based services but also home health care. Particularly in patients with limited access to hospitals or those in advanced stages of disease where the goal is to maintain quality of life, home health services play a critical role in ensuring continuity of treatment and enhancing patient comfort (Shen et al., 2023).

Home health care, as in the management of chronic diseases, aims to address the multifaceted needs of oncology patients including symptom management, palliative care, and psychosocial support. The success of these services is largely associated with patient satisfaction. Indeed, studies in the literature have shown that home care practices with high levels of satisfaction positively impact patient compliance, treatment adherence, and quality of life (Gomes et al., 2018). However, there is a need for a systematic framework to understand the distribution, frequency, country-specific trends, and academic impact of studies in this field. Understanding trends in scientific publications is crucial for revealing the development, gaps, and future directions of a given research area. In this context, bibliometric analysis enables the quantitative evaluation of publications within a specific field, allowing for the mapping of productive institutions, influential authors, key themes, and collaboration networks (Donthu et al., 2021). Especially in interdisciplinary areas such as health services, bibliometric data can serve as a guiding resource for policymakers, researchers, and practitioners.

This study aims to map the scientific landscape of academic publications addressing satisfaction with home health care among oncology patients and to analyze their bibliometric characteristics. By doing so, it seeks to uncover the global distribution of scientific productivity, research themes, and temporal trends in the field, thereby providing strategic insights for both clinical practice and academic research.

The aim of this study is to conduct a bibliometric analysis of scientific publications that examine patient satisfaction within the context of home health care services for cancer patients. The study seeks to identify publication trends, prolific authors, influential journals, collaboration networks, and research themes in the field. In doing so, it aims to map the existing body of knowledge and provide a foundational resource to guide future research efforts.

Methods

This study was designed as a bibliometric investigation aimed at mapping the scientific trends in the literature addressing cancer patients' satisfaction with home health care services. The software VOSviewer (version 1.6.20) was employed to conduct both quantitative and thematic analyses of the scientific publications. The data collection process is described below.

1. Data Source and Search Strategy

Data collection was conducted using the Web of Science Core Collection (WOS) database. The search was limited to articles published between 2000 and 2025. This time frame was selected to reflect the evolutionary trends and research foci related to the topic.

2. Keywords and Search Criteria

The keywords used in this study included: "Cancer Patient," "Oncology Patients," "Home Health Care Services," "Patient Satisfaction," and "Home Health Care." These terms were searched within the title, abstract, and keyword fields. All study types and all years within the specified range were included in the search.

3. Data Download and Analysis

The data were downloaded in RIS format and imported into VOSviewer. VOSviewer is a powerful tool for visualizing bibliometric data and allows for mapping author collaborations, country-based publication distributions, most cited studies, keyword co-occurrences, and temporal thematic trends.

4. Mapping and Clustering Analyses

Data visualization and mapping were conducted using VOSviewer. Relationships among keywords were identified, and related themes were grouped using clustering algorithms. A minimum threshold of five co-occurrences was set to ensure more meaningful and reliable results. This method allows for a clear mapping of the main research themes and trends in the field.

5. Analytical Reliability

To ensure analytical reliability, an independent data screening and verification process was conducted. This step was critical for enhancing the validity and consistency of the collected data.

6. Data Interpretation

The data were systematically analyzed using bibliometric techniques, and a comprehensive evaluation was conducted regarding the overall structure and developmental trends of the scientific literature focusing on cancer patients' satisfaction with home health care services.

Research Ethics

As this study did not involve the collection of individual-level data and utilized document analysis as its data collection method, ethical approval was not required.

RESULTS

DISTRIBUTION OF STUDIES BY YEAR

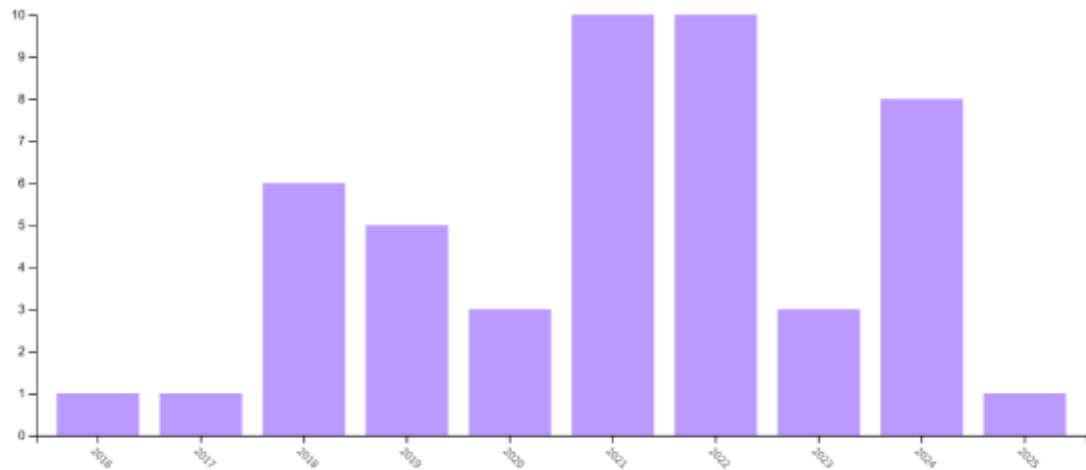


Figure 1. Distribution of studies by year

Figure 1 illustrates the distribution of publications on access to home health care for oncology patients over the past decade. The years 2021 and 2022 stand out as the periods with the highest number of publications (10 in each year). This increase may be related to the growing interest in home health care during the COVID-19 pandemic. A notable rise in publication numbers is also observed in 2018 and 2019, while a marked decline occurred in 2017, 2020, and 2023. As 2025 has not yet ended, the low number of publications (1 study) is considered normal (Figure 1).

Table	1.	Distribution	of	studies	by	type
Field:	Document Types	Record Count				% of 75
	Article	65				86.667%
	Proceeding Paper	4				5.333%
	Review Article	10				13.333%
Analyze Data Table						

The distribution of the 75 included publications by document type is presented in Table 1. The majority of publications are original research articles, while review articles and conference proceedings are represented at lower rates (Table 1).

AUTHOR, COUNTRY, AND INSTITUTION ANALYSES

Table 2. Top ten contributing authors, number of studies and percentages

Field: Authors	Record Count	% of 75
Arraras JI	2	2.667%
Bauman JR	2	2.667%
Bensink M	2	2.667%
Blazeby JM	2	2.667%
Bottomley A	2	2.667%
Brédart A	2	2.667%
Chen YJ	2	2.667%
Chie WC	2	2.667%
Coens C	2	2.667%
Conroy T	2	2.667%

Analyze Data Table

According to Table 2, each listed author contributed to two publications, each representing 2.667% of the total.

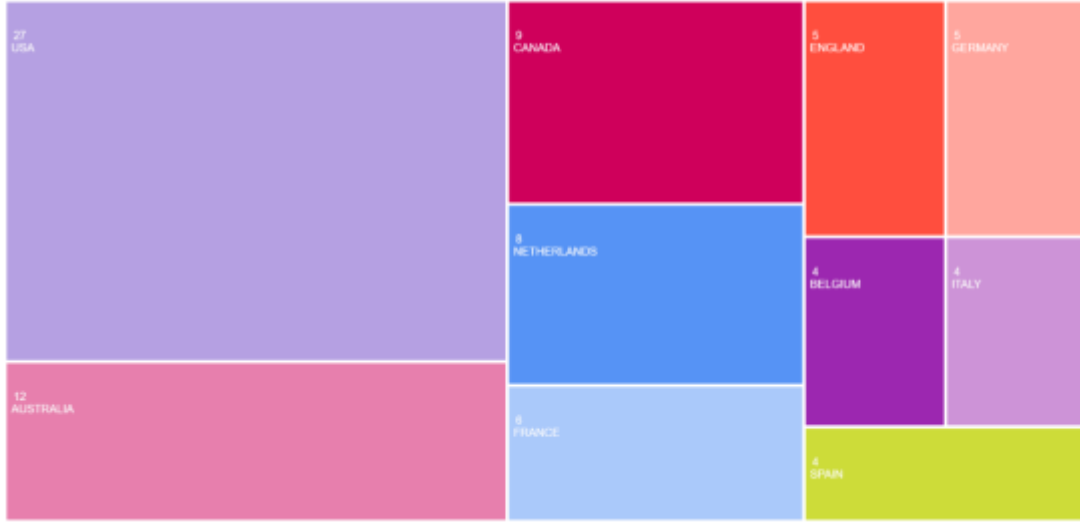


Figure 2. Country distribution of publications on home health care and oncology patients

The United States leads with 36% of the publications (n=27), followed by Australia (n=12; 16%) and Canada (n=9; 12%). Most studies originate from countries in North America, Europe, and Australia (Figure 2).

JOURNAL AND CITATION ANALYSES

Table 3. Top ten journals with the most publications

Field: Publication Titles	Record Count	% of 75
FRONTIERS IN ONCOLOGY	4	5.333%
CANCER	3	4.000%
EUROPEAN JOURNAL OF CANCER CARE	3	4.000%
JOURNAL OF CLINICAL ONCOLOGY	3	4.000%
JOURNAL OF PAIN AND SYMPTOM MANAGEMENT	3	4.000%
SUPPORTIVE CARE IN CANCER	3	4.000%
CURRENT ONCOLOGY	2	2.667%
EUROPEAN JOURNAL OF CANCER	2	2.667%
JCO GLOBAL ONCOLOGY	2	2.667%
JMIR CANCER	2	2.667%

Analyze Data Table

Table 3 presents the number and proportion of publications in various oncology-related journals. For instance, *Frontiers in Oncology* has published four articles, accounting for 5.333% of the total. Similarly, journals such as *Cancer*, *European Journal of Cancer Care*, and *Journal of Clinical Oncology* each published three articles (4.000% each). This table provides insight into the distribution of publications across different journals and highlights the most frequently chosen outlets in the field.

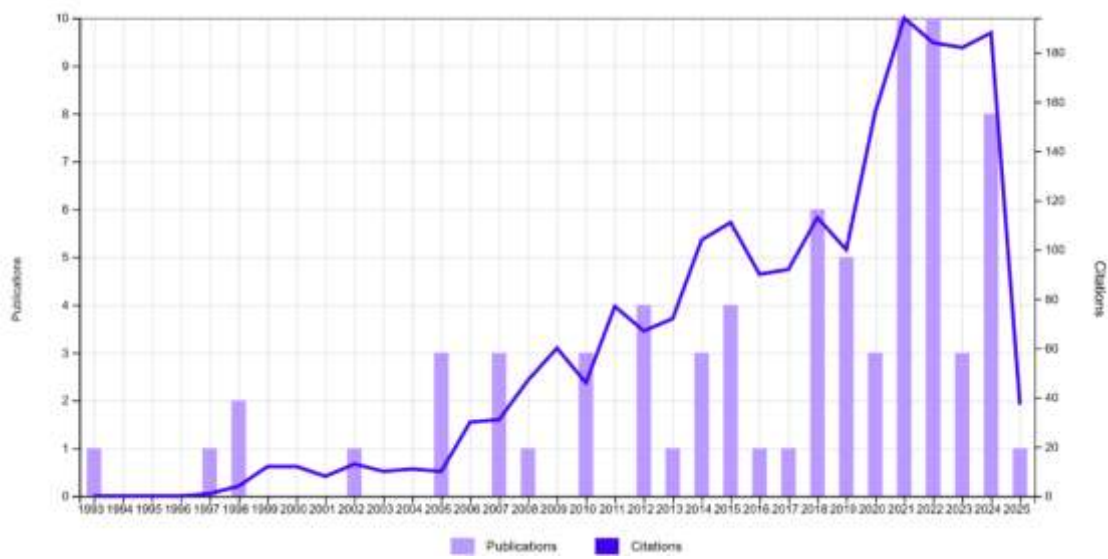


Figure 3. Annual citation counts of studies over time

Citation counts have increased more rapidly than the number of publications over the years (Figure 3).

KEYWORD ANALYSIS

The keyword co-occurrence analysis identified the most frequently used keywords in the included studies. The top ten keywords were: *cancer* (n=16), *oncology* (n=9), *palliative care* (n=7), *quality of life* (n=6), *telemedicine* (n=6), *patient satisfaction* (n=5), *telehealth* (n=4), *survivorship* (n=3), *chemotherapy* (n=3), and *home care services* (n=3) (Figures 4–5).

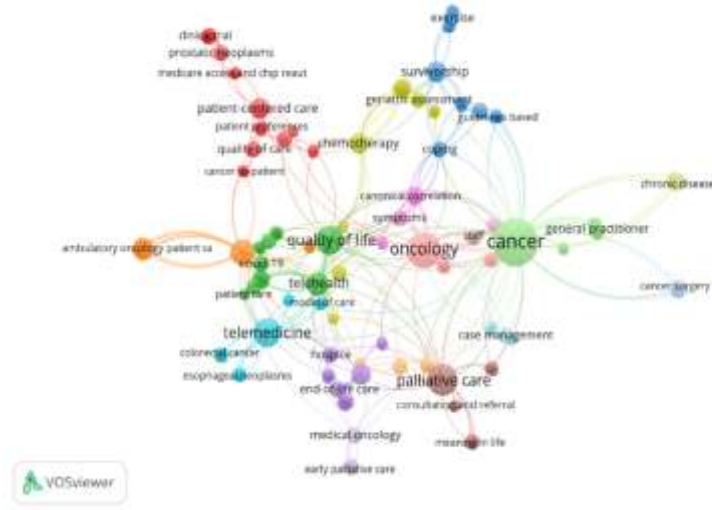


Figure 4. Word Cloud

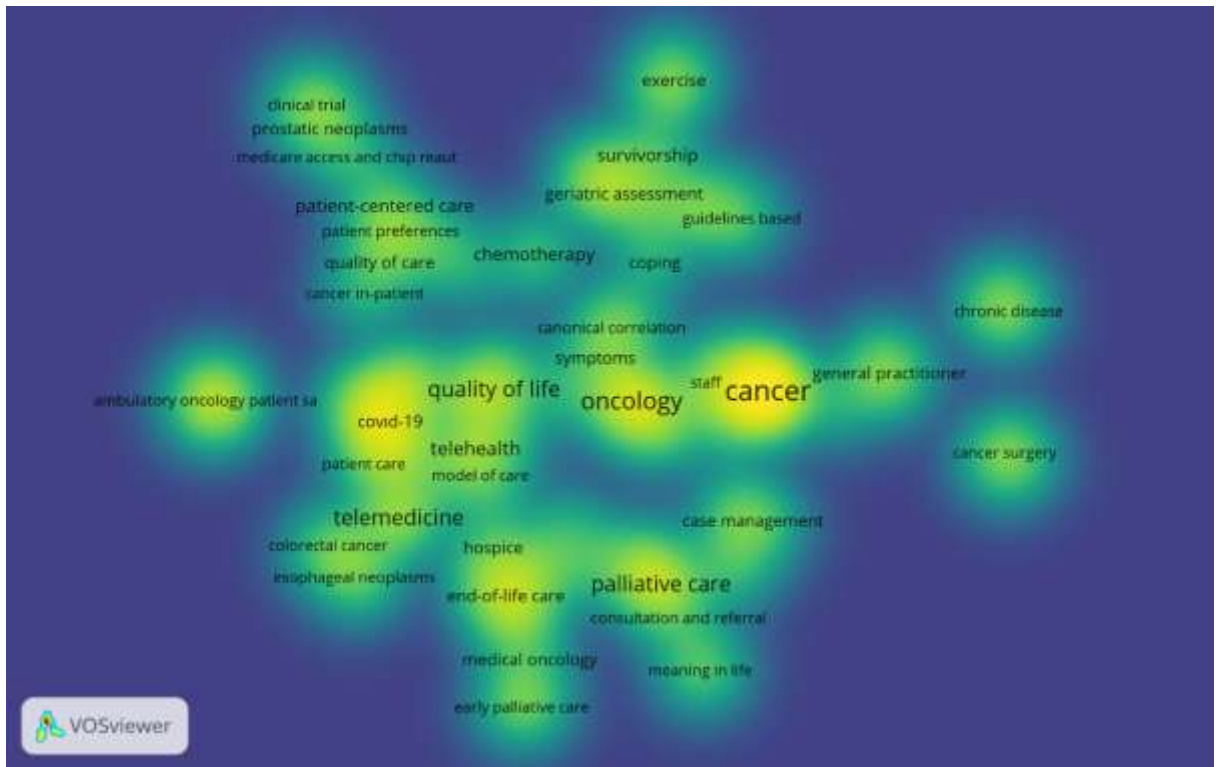


Figure 5. Keyword density map

DISCUSSION

This study aimed to map the scientific trends in the literature concerning oncology patients' satisfaction with home health care using a bibliometric approach. The findings indicate a growing interest in research on home health care, with a diversification of topics over time. The publication peak in 2021 and 2022 is likely associated with the increased focus on home-based services during the pandemic. Most

studies are based on original research data, while reviews and conference papers are relatively scarce, suggesting an active and emerging research area.

Author contributions were evenly distributed, with no prominent lead author emerging in the field. Geographically, most publications originated from North America, Europe, and Australia—regions with more developed healthcare infrastructures, suggesting their leading role in this research domain.

Citation rates increased more rapidly than publication counts, indicating a growing influence and quality of the work produced. This trend implies that the research is receiving increasing attention, being cited more frequently, and thus contributing significantly to the scientific community. It also suggests a rise in the academic and practical relevance of home health care for oncology patients.

Home health care services are becoming more critical as health systems strive for greater sustainability and patient-centeredness. These services reduce hospital dependency, provide more comfortable treatment environments, and improve quality of life for oncology patients (Prajapati et al., 2022). For cancer patients aged 80 and above, adopting a multidisciplinary approach is particularly vital in enhancing their quality of life (Lopes et al., 2023).

Furthermore, the effectiveness of home health care is directly related to patient satisfaction. Technology-supported home-based palliative care (e-PHC) has emerged as an effective model to enhance satisfaction. In a study conducted at a cancer center in Kerala, patients receiving e-PHC services reported an average satisfaction score of 4.39/5, emphasizing its applicability even in developing countries (Bhowmick et al., 2022).

Factors affecting patient satisfaction include service quality, professional competence, communication, patient involvement in decision-making, and the suitability of the home environment (Ponsignon et al., 2023). Notably, nurse-patient communication plays a critical role (Kılıç et al., 2018). Additionally, individual characteristics such as age, socioeconomic status, and cancer stage significantly influence satisfaction levels (Baker et al., 2014). For example, patients in advanced stages may require more intensive support, which affects their perceptions of home care services.

This study also explored how the thematic focus of research has evolved over time through keyword mapping. The increasing complexity of the relationship between oncology and home care suggests a shift towards multidisciplinary approaches. Moreover, recent literature highlights that home health services address not only physical needs but also the psychological and social aspects of patient care (Hernandez & Kim, 2023).

While home care services aim to improve quality of life by reducing hospital dependency, more in-depth research is needed on the psychological factors affecting satisfaction and patients' perceptions of care quality. Nurse-patient communication and emotional support have been found to be key satisfaction drivers

(Schneider et al., 2009). Studies exploring the relationship between home care and hospital admission rates are also expected to gain importance. For instance, the Huntsman at Home program reduced hospital admissions by 55% and healthcare costs by 47% for oncology patients receiving home care (Mooney et al., 2021). Evaluations of the cost-effectiveness and sustainability of home care services will further support policy development. A systematic review on the economic efficiency of home-based oncological care concluded that such services are safe and acceptable alternatives, although better-designed studies are still needed (López et al., 2018).

This study is limited to data obtained from the Web of Science Core Collection. Including additional databases could broaden the scope and enable comparison with research conducted in other disciplines. Moreover, the analysis was based solely on published literature, without incorporating patient-level clinical data. Future studies should aim to integrate broader data sets.

In conclusion, this bibliometric analysis provides an overview of the general trends and thematic structure of the literature on oncology patients' satisfaction with home health care. The findings offer valuable insights into the evolution and scientific productivity of the field.

Kaynakça

Baker, S. L., Smith, J. M., & Johnson, R. L. (2014). Determinants of patient satisfaction in oncology care. *Journal of Clinical Oncology Nursing*, 20(3), 45-52.
<https://doi.org/10.1002/jcon.2014.20.3.45>

Bhowmick, S., Muralidharan, A., & Ghosh, S. (2022). E-PHC services for improving satisfaction and care for cancer patients in Kerala, India. *Journal of Palliative Care*, 28(3), 125-132.
<https://doi.org/10.1186/s12904-022-01190-1>

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>

Ghosh, S., Das, P., & Soni, N. (2023). Impact of spiritual support and caregiving on quality of life in advanced cancer patients: A longitudinal study. *Cancer Nursing*, 46(1), 62-69.
<https://doi.org/10.1097/CN.0000000000000956>

Gomes, B., Calanzani, N., Gysels, M., Hall, S., & Higginson, I. J. (2018). Heterogeneity and changes in preferences for dying at home: A systematic review. *BMC Palliative Care*, 12(1), 7.
<https://doi.org/10.1186/1472-684X-12-7>

Kılıç, A., Yılmaz, F., & Demir, F. (2018). Hemşire-hasta iletişiminin onkoloji hastalarının memnuniyeti üzerindeki etkisi. *Hemşirelikte Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 20(1), 15-22.
<https://doi.org/10.1016/j.nurse.2017.12.001>

Lopes, A. S., Santos, G. R., & Oliveira, T. R. (2023). Multidisciplinary approaches to improving quality of life for elderly cancer patients in home care settings. *Journal of Geriatric Oncology*, 14(2), 102-110. <https://doi.org/10.1016/j.jgo.2022.08.003>

López, J. A., García, J. M., & Pérez, M. L. (2018). Organization, quality and cost of oncological home-hospitalization: A systematic review. *Supportive Care in Cancer*, 26(4), 1065–1072.
<https://doi.org/10.1007/s00520-017-3963-0>

Mooney, K., Litzow, M., & McCune, J. (2021). Evaluation of oncology hospital at home: Unplanned health care utilization and costs in the Huntsman at Home real-world trial. *Journal of Clinical Oncology*, 39(15_suppl), 7005–7005. <https://ascopubs.org/doi/full/10.1200/JCO.20.03609>

Ponsignon, F., Lemoine, P., & Dupont, C. (2023). Understanding the drivers of patient satisfaction with home health care services: An empirical study of two care pathways. *The International Journal of Health Planning and Management*, 38(1), 123-135. <https://doi.org/10.1002/hpm.3687>

Prajapati, S. R., Patel, R. M., & Joshi, S. A. (2022). Home health care and quality of life of cancer patients: A systematic review. *Healthcare*, 10(1), 24-30. <https://doi.org/10.3390/healthcare10010024>

Schneider, J. E., & McDonald, R. (2009). Quality of care and emotional support from the inpatient cancer patient's perspective. *Supportive Care in Cancer*, 17(5), 563–570.
<https://doi.org/10.1007/s00520-008-0585-2>

Shen, M. J., Daly, B., Harmon, C., Johnson, J. A., & Ejem, D. (2023). Home-based palliative care for patients with advanced cancer: A scoping review. *Cancer Nursing*, 46(1), 35–44.
<https://doi.org/10.1097/NCC.0000000000001009>

World Health Organization. (2022). Cancer fact sheet. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cancer>

Access to Healthcare Services for Cancer Patients: A Bibliometric Analysis

Ayşe SARI¹, Döne GÜNAY²

¹asari@cumhuriyet.edu.tr ; Sivas Cumhuriyet University, Sivas / Türkiye.

²donegunay@gmail.com, ; Sivas Numune Hospital, Sivas / Türkiye.

Özet

Bu bibliyometrik analiz, 2015-2024 yılları arasında onkoloji alanındaki kanser hastası bireylerin sağlık hizmetlerine erişimine ilişkin çalışmaların eğilimlerinin tespit edilmesi ve son gelişmelerin görselleştirilmesi amacıyla yapılmıştır. Yöntem Bibliyometrik analiz istatistiksel ve bibliyometrik görselleştirmelerin kullanılması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma verilerinin elde edilmesinde "Web of Science Core Collection" veri tabanı kullanılmıştır. Veri tabanında "Cancer Patient", "Healthcare Service", "Access to Healthcare", "Access to Healthcare Service", "Oncology" anahtar kelimeleri kullanılarak tarama yapılmıştır. Bulgular Bibliyometrik analize dahil edilme kriterlerini sağlayan çalışma sayısı 377 olarak belirlenmiştir. Çalışmaya dahil edilen araştırmaların yıllara göre sayısının arttığı, çalışmalara 122 farklı ülkeden, 9808 yazar katkıda bulunduğu, çalışmaların 103 farklı dergide yer aldığı, konu hakkında en fazla makalenin "Supportive Care in Cancer" dergisinde (n=27) yayımlandığı, yayımlanan 377 yayına yapılan atıf sayısı toplamda 8186 olduğu, yayımlanan çalışmalarda en çok kullanılan anahtar kelimelerin oncology (n=51), cancer (n= 49) ve Covid-19 (n=25) olduğu belirlenmiştir. Sonuç Çalışmanın konu hakkında bilgi edinmek isteyen, araştırma yapmak isteyen çalışmacılara yol gösterici bilgiler sunacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bibliyometrik Analiz, Kanser Hastası, Onkoloji, Sağlık Hizmetlerine Erişim

Abstract

This bibliometric analysis aims to identify trends and visualize recent developments in studies on access to healthcare services for cancer patients in the field of oncology between 2015 and 2024. Method The bibliometric analysis was conducted using statistical and bibliometric visualizations. The "Web of Science Core Collection" database was utilized to obtain research data. The search was performed using the keywords "Cancer Patient," "Healthcare Service," "Access to Healthcare," "Access to Healthcare Service," and "Oncology." Results The number of studies meeting the inclusion criteria for the bibliometric analysis was determined to be 377. It was observed that the number of included studies increased over the years, with contributions from 9,808 authors from 122 different countries. The studies were published in 103 different journals, the most articles on the subject were published in the journal "Supportive Care in Cancer" (n=27), with a total of 8,186 citations. The most frequently used keywords in the published studies were "oncology" (n=51), "cancer" (n=49), and "Covid-19" (n=25). Conclusion This study is expected to provide guiding information for researchers interested in gaining insight into and conducting studies on the topic.

Keywords: Bibliometric Analysis, Cancer Patient, Oncology, Access to Healthcare Service

Introduction

Health services are defined as nationwide organized preventive and curative services provided to people in line with demands and needs with the contributions of all health professionals (World Health Organization, 2015). The main objective of health services is to protect individuals physically, mentally and socially and to ensure the sustainability and permanence of their health levels. In this context, preventive measures are taken at individual and social level by eliminating all risk factors that adversely affect health, and the full well-being of individuals is supported through diagnosis, treatment and care services. In cases where full recovery is not possible or in case of permanent disability, rehabilitative health services are provided to improve the quality of life of individuals (Kayral, 2014; Wahab & Kefeli, 2016).

The realization of this goal requires the society to benefit from preventive, curative and rehabilitative health services in line with their needs and within the framework of the principle of equal access (Gökkaya & Erdem 2017). In this context, access to health services is defined as the use of health services needed for the protection and maintenance of the health of all members of the society; without demand, equal, qualified and free of charge without any obstacles (Gözlü & Tatlıdil, 2015).

In the literature, factors affecting access to health services are discussed under the main headings of socio-cultural characteristics, geographical location, financial affordability, availability of health services, number and quality of health service providers, transportation facilities, timeliness and health policies (Russell et al., 2013; MacKinney et al., 2014).

Since the factors affecting access to health care are multidimensional, it is estimated that there are still many people around the world who cannot access the health services they need due to social, cultural or economic reasons (Yetim & Çelik, 2020). Access to healthcare services for cancer patients, who are among the vulnerable groups of the society, is of particular importance and requires a separate planning in order to ensure uninterrupted diagnosis and treatment (Gosain et al., 2020; Sarı, 2022). The vulnerability of cancer patients due to their age, diagnosis and treatment, as well as the presence of chronic diseases, further increases the need for healthcare services (Ahn et al., 2020; World Health Organization, 2020). During the Covid-19 pandemic process, which is one of the processes in which cancer patients; access to healthcare services became more important, a separate managerial organization was made and the issue of access to healthcare services for cancer patients worldwide was emphasized (Republic of Turkey Ministry of Health 2020; Shuman & Pentz 2020; Cortiula et al., 2020).

The mapping of studies conducted by individuals or institutions in a certain field, in a certain period and in a certain region, the relationships between these studies, and the numerical analysis of trends are referred to as bibliometric analysis (Pritchard, 1969). The bibliometric analysis method was first used by Wyndham

under the name Statistical bibliographer, and this concept is considered the examination of books or other media communication tools via mathematical and statistical methods. The use of bibliometric methods is becoming increasingly widespread and increasing in various disciplines for purposes such as revealing quantitative analyses of scientific publications, revealing quantitative analyses of scientific publications, seeing changes and developments in science, analyzing the connections of any study with other studies, and revealing general trends in any subject or field.

Bibliometric analysis studies can be conducted via various software programs. In this study, VOSviewer software was used to perform bibliometric analysis. VOSviewer was developed by Nees Jan van Eck and Ludo Waltman (Leiden University) and was released in 2010. It is a software tool designed for constructing and exploring maps on the basis of network data. Although it was developed primarily for analyzing academic records, it can be applied to any type of network data (Pritchard, 1969).

A bibliometric analysis specifically examining studies on access to healthcare services for cancer patients within the field of oncology has not been identified in the literature. This study aims to reflect the existing evidence by analyzing the bibliometric characteristics of oncology-related articles on cancer patients' access to healthcare services. Additionally, it seeks to facilitate knowledge acquisition for researchers, enhance the understanding of research gaps, and contribute to the development of innovative ideas for future studies on healthcare access for cancer patients.

METHOD

Bibliometric analysis is a powerful technique for tracking research trends and discoveries:

Step 1: Database selection

Available data sources include Scopus, Web of Science (WoS), MEDLINE, the Cochrane Library, PubMed, Science Direct, IEEE Xplore, EBSCO, Taylor & Francis and Springer.

Step 2: Filtering the information in the database

The selected information is filtered and evaluated according to the "inclusion" and "exclusion" criteria from the database.

Step 3: Selection of software for bibliometric analysis

To perform bibliometric analysis, one or more software programs, such as RStudio (Biblioshiny), VOSviewer, CiteSpace, Sci2, Pajek, Gephi,

Step 4: Determining bibliometric analysis

- With performance analysis, the main information of the studies, the annual status of the publications, the citation status, three field graphs, the status of the journals, institutions, authors, countries and the status of the articles are determined.

- Scientific mapping visually reveals the relationships between texts, similarities or differences between topics, publication trends and the importance of key concepts. In this context, a conceptual structure map, thematic map, trending topics and keyword co-occurrence analysis are applied.

The steps of the bibliometric analysis process are summarized in **Figure 1**.

In this study, a bibliometric analysis of published studies on access to healthcare services for individuals diagnosed with cancer in the field of oncology was conducted via statistical and bibliometric visualizations. Accordingly, this study examines annual publication trends and author, country, and institutional analyses, as well as journal and citation analyses and keyword analysis.

The **Web of Science Core Collection** database was used to obtain research data. This database was selected because of its compatibility with VOSviewer software, its wide recognition as a leading database for analyzing scientific publications, and its provision of access to citation statistics and bibliographic data of scholarly works. The data were collected in February 2025, following predefined inclusion and exclusion criteria.

The inclusion criterion for this study was research articles published in English between 2015 and 2024 that focused on access to healthcare services for individuals diagnosed with cancer in the field of oncology. The exclusion criteria included conference proceedings, book chapters, case studies, and letters to the editor published within the specified timeframe.

A literature search was conducted in the database using the keywords "Cancer Patient," "Healthcare Service," "Access to Healthcare," "Access to Healthcare Service," and "Oncology." This search yielded 821 studies, including those published in 2025. Among the studies published between 2015 and 2024, 416 were in the field of oncology. Of these, 412 were in English, whereas the remaining studies were in French (n=2), German (n=1), or Spanish (n=1). The number of research articles included was 377, excluding early access articles (n=32), proceedings papers (n=2), and book chapters (n=1). Thus, 377 studies met the bibliometric analysis inclusion criteria (**Figure 1**).

For data analysis, all bibliographic data retrieved from the database were downloaded. The bibliometric analysis was conducted via VOSviewer, a software program that allows the integration of metadata from multiple files.

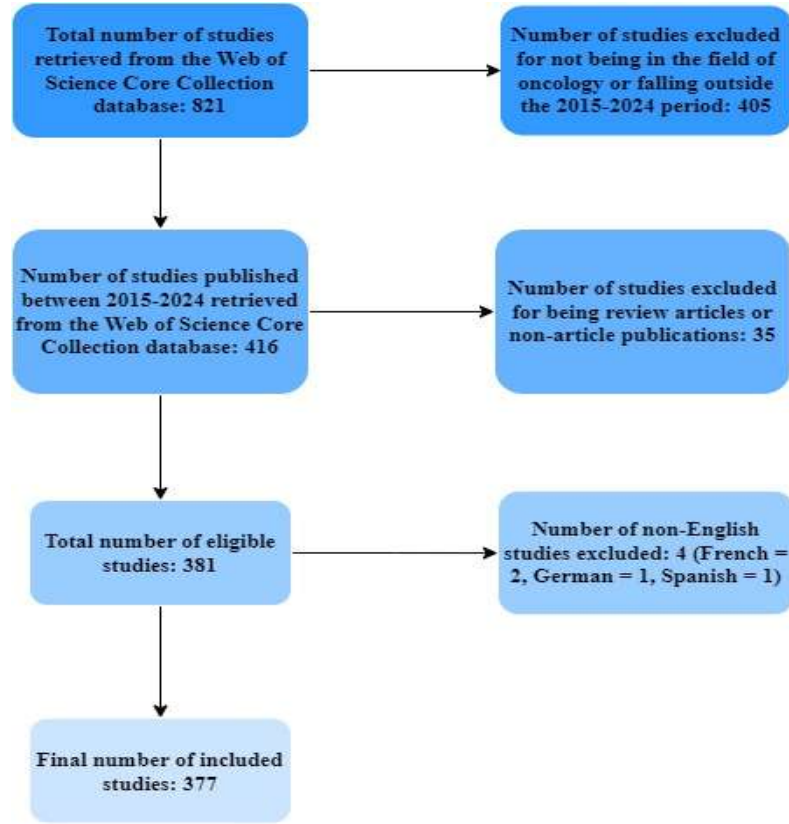


Figure 1. Flow diagram of research data selection

RESEARCH ETHICS

Since this study was not conducted on any individual and document analysis was used as the data collection method, ethics committee approval was not needed.

RESULTS

Distribution of Studies by Year

Among the studies published in the field of oncology on access to health services by individuals with cancer, 322 were articles, and 55 were review articles (**Table 1**). When the distribution of the studies included in the study according to year was examined, the number of studies in the relevant years varied between 66 and 8, with the highest number of studies conducted in 2022 (n=66) and the lowest number of studies conducted in 2015 (n=8). (**Figure 2**)

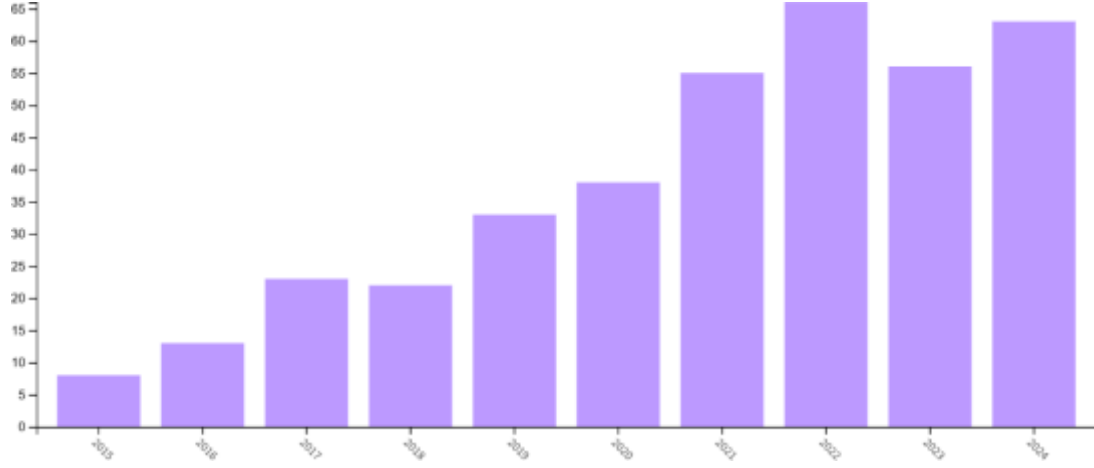


Figure 2. Distribution of studies by year

Table 1. Distribution of studies by type

Sources	Record Count	NP
Article	322	85.411%
Review Article	55	14.589%

AUTHOR, COUNTRY AND ORGANIZATION ANALYSES

In the field of oncology, 9808 authors from 122 different countries contributed to the studies published on access to health services for individuals with cancer. When the top ten authors who contributed the most to the literature on the subject are listed alphabetically, Aggarwal A. (n=4), Beishon M. (n=4) and Bhakta N. (n=4) are in the top three (**Table 2**).

Table 2. Number and percentages of the first ten authors who contributed to the studies

Authors	Record Count	% of 377
Aggarwal A	4	1.061%
Beishon M	4	1.061%
Bhakta N	4	1.061%
Costa A	4	1.061%
Delgado-bolton R	4	1.061%
Naredi P	4	1.061%
Pawlik TM	4	1.061%
Saarto T	4	1.061%
Andritsch E	3	0.796%
Banerjee S	3	0.796%

The 10 countries with the highest support for articles published on the subject were the USA (n=170), the UK (n=77), Australia (n=59), Canada (n=54), Italy (n=39), France (n=37), Spain (n=34), Germany (n=33), Denmark (n=25) and Belgium (n=23). that contributed to the studies, with institutions in the top three being 2737, the University of London (n=34), Harvard University (n=31), and the University of Toronto (n=30) (**Table 3**).

Table 3. Top ten contributing countries, number of studies and percentages

Sources	Record Count	NP
USA	170	45.093%
ENGLAND	77	20.424%
AUSTRALIA	59	15.650%
CANADA	54	14.324%
ITALY	39	10.345%
FRANCE	37	9.814%
SPAIN	34	9.019%
GERMANY	33	8.753%
NETHERLANDS	25	6.631%
BELGIUM	23	6.101%

JOURNAL AND CITATION ANALYSIS

Studies on access to healthcare services for cancer patients in the field of oncology have been published in 103 different journals. The journal with the highest number of publications is Supportive Care in Cancer (n=27), followed by Frontiers in Oncology (n=18), Psycho-Oncology (n=17), Clinical Oncology (n=14), the European Journal of Oncology Nursing (n=13), Annals of Surgical Oncology (n=11), JCO Oncology Practice (n=10), Cancers (n=9), Current Oncology (n=9), and Gynecologic Oncology (n=9)



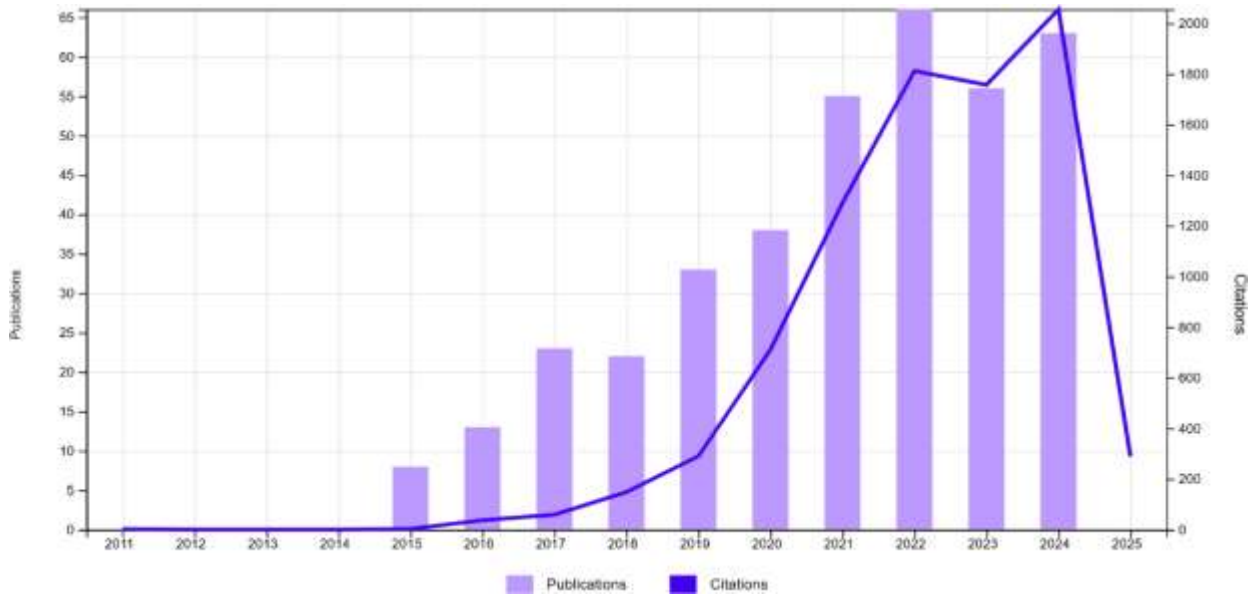
(Figure 3).

Figure 3. Distribution of the top ten journals in which the studies were published

* The areas on the chart are not strictly proportional to the values of each entry

Citation analysis allows for the identification of the most influential publications within a research field and the examination of relationships between publications (Yang et al., 2021). Citation analysis of studies published on cancer patients' access to healthcare in the field of oncology revealed an h-index of 39. The total number of citations received by the 377 publications on this topic is 8186 (Figure 4).

Among these studies, the most highly cited publication (n=1440) is the article titled "Global, Regional, and National Cancer Incidence, Mortality, Years of Life Lost, Years Lived With Disability, and Disability-Adjusted Life-Years for 29 Cancer Groups, 1990--2017: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study", published in 2019 by Fitzmaurice, C., et al., followed by the study "Effect of COVID-19 Pandemic Lockdowns on Planned Cancer Surgery for 15 Tumor Types in 61 Countries: An International, Prospective, Cohort Study", published in 2021 by Glasbey, J.C., et al., which has received 598 citations. The third most cited study is "Antitumor Activity and Safety of Trastuzumab Deruxtecan in Patients With HER2-Low-Expressing Advanced Breast Cancer: Results From a Phase Ib Study", published in 2020 by



Modi, S., et al., with 532 citations.

Figure 4. The number of citations of studies over the years

WORD ANALYSIS

In the word network analysis, the most commonly used keywords in published studies were analyzed. The top ten words analyzed were oncology (n= 51), cancer (n= 49), COVID-19 (n=25), breast cancer (n=21), supportive care (n=14), palliative care (n=12), psycho-oncology (n=11), healthcare disparities (n=11), access (n=11), and treatment (n=10) (**Figure 5-6**).

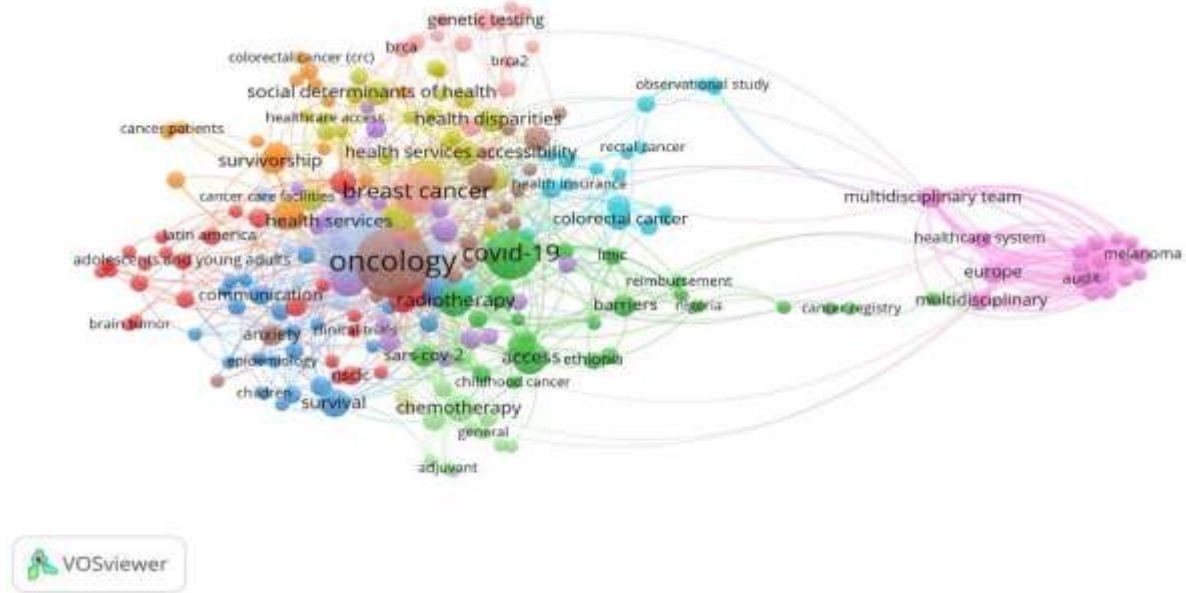


Figure 5. Word Analysis

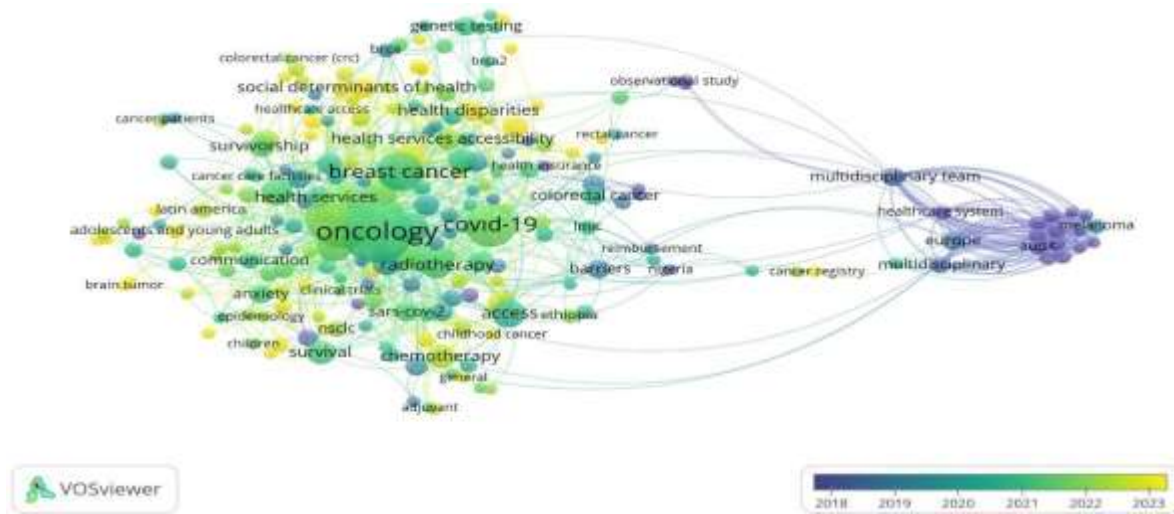


Figure 6. Word-Time Analysis

DISCUSSION

In this study, a bibliometric analysis of 377 research articles published in the field of oncology on access to healthcare services for individuals diagnosed with cancer was conducted via VOSviewer software. Key publications, influential authors, current research topics, and trends were identified and mapped via visual representations. The findings indicate that a growing number of studies concerning cancer patients'

access to healthcare services have been published in oncology over the years. This trend suggests a deepening of the literature on this subject. The increasing number of individuals diagnosed with cancer over time has increased the importance of access to healthcare services, and improvements in healthcare quality have contributed to this growing interest and scientific productivity.

The study also revealed that among the authors contributing to oncology research on cancer patients' access to healthcare services, eight authors published an equal number of studies (four each). This finding suggests the presence of researchers who have consistently contributed to this field. The United States has provided the most support for studies on this topic, followed by the United Kingdom, while no developing countries appear among the top ten contributors. Academic productivity in oncology regarding access to healthcare services is greater in countries where healthcare quality meets certain standards.

In this study, research articles on access to healthcare services for individuals diagnosed with cancer in the field of oncology were published in 103 different journals. *Supportive Care in Cancer* was identified as the journal with the highest number of publications on this topic, with an impact factor of 3.2. Additionally, the journal is classified as Q2 in the *health care science* category and Q1 in the *rehabilitation* category. The following journals rank after *Supportive Care in Cancer* in terms of the number of relevant publications: *Frontiers in Oncology* (n=18), *Psycho-Oncology* (n=17), *Clinical Oncology* (n=14), *European Journal of Oncology Nursing* (n=13), *Annals of Surgical Oncology* (n=11), *JCO Oncology Practice* (n=10), *Cancers* (n=9), *Current Oncology* (n=9), and *Gynecologic Oncology* (n=9). These findings indicate that research on access to healthcare services for individuals diagnosed with cancer in oncology has been disseminated across a wide range of journals.

As part of the citation analysis conducted in this study, the h-index of research articles published on access to healthcare services for cancer-diagnosed individuals in oncology was 39. The total number of citations received by the 377 publications on this topic was 8,186. The most cited study (n=1,440) is the article by Fitzmaurice, C. et al., published in 2019, titled "*Global, Regional, and National Cancer Incidence, Mortality, Years of Life Lost, Years Lived With Disability, and Disability-Adjusted Life-Years for 29 Cancer Groups, 1990-2017: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study.*" This is followed by the study by Glasbey, J.C. et al., published in 2021, titled "*Effect of COVID-19 Pandemic Lockdowns on Planned Cancer Surgery for 15 Tumor Types in 61 Countries: An International, Prospective, Cohort Study,*" which received 598 citations. The third most cited study (n=532) is the article by Modi, S. et al., published in 2020, titled "*Antitumor Activity and Safety of Trastuzumab Deruxtecan in Patients With HER2-Low-Expressing Advanced Breast Cancer: Results From a Phase Ib Study.*"

Citation analysis allows for the identification of the most influential publications in a research field and enables the examination of relationships between studies (Lelond & Kim, 2025). In this context, deepening the literature is expected to contribute to obtaining more meaningful data through citation analysis. Notably,

among the most cited studies, those related to the COVID-19 pandemic stand out, emphasizing the critical importance of access to healthcare services during this period.

In the keyword co-occurrence network analysis conducted in this study, the most frequently used keywords in research articles concerning access to healthcare services for individuals diagnosed with cancer in the field of oncology were analyzed. The top ten keywords identified in the analysis were *oncology* (n=51), *cancer* (n=49), *COVID-19* (n=25), *breast cancer* (n=21), *supportive care* (n=14), *palliative care* (n=12), *psycho-oncology* (n=11), *healthcare disparities* (n=11), *access* (n=11), and *treatment* (n=10). Although the topic of access to healthcare services has been present in the literature for many years, the fact that the COVID-19 pandemic, which has emerged in recent years, appears prominently among the top keywords highlights the significance of healthcare access during the pandemic period. Researchers in the field of oncology have contributed to the literature by addressing this issue during the pandemic.

There are a limited number of bibliometric analysis studies in the field of oncology. A bibliometric analysis conducted in Turkey examining research indexed in the *Web of Science* database on breast cancer in the field of nursing reported an increase in the number of studies in recent years and identified the USA as the country with the highest number of publications on the topic (Özen Çınar, 2020). The limitations of this study include the fact that the literature review was conducted through a single database, only studies published in English were included, and the type of research included in the study was limited.

CONCLUSION

This bibliometric analysis revealed the current situation of individuals diagnosed with cancer health in the field of oncology, the authors who published the most publications on the research topic, the institutions and countries where the most publications were made, the journals where the research on the subject was published the most, and the word analysis on the subject. There is no bibliometric analysis in the field of nursing, and a study in which trends are supported by visuals reveals the unique value of this study. It is envisaged that the study will provide guiding information to researchers who want to learn about the subject and who want to conduct research. the access of to health services in

References

Ahn DG, Shin HJ, Kim MH, Lee S, Kim HS, Myoung J, Kim BT, Kim SJ (2020). Current Status of Epidemiology, Diagnosis, Therapeutics, and Vaccines for Novel Coronavirus

Disease 2019 (COVID-19). J Microbiol Biotechnol. 2020 Mar 28;30(3):313-324.
doi:10.4014/jmb.2003.03011 PMID: 32238757.

Cortiula, F., Pettke, A., Bartoletti, M., Puglisi, F., & Helleday, T. (2020). Managing COVID- 19 in the oncology clinic and avoiding the distraction effect. Annals of oncology : official journal of the European Society for Medical Oncology, 31(5), 553–555.
<https://doi.org/10.1016/j.annonc>.

Gosain Rohit, Abdou Yara, Singh Abhay, Rana Navpreet, Puzanov Igor and Ernstoff Marc (2020). “COVID-19 and Cancer: a Comprehensive Review”. Current Oncology Reports, 22(5).

Gökkaya, D., & Erdem, R. (2017). Evaluation of Factors Affecting Health Services Utilization with the Perception of Disease Severity. Süleyman Demirel University Journal of Institute of Social Sciences, (26), 149-184.

Gözlü, M., & Tatlıdil, H. (2015). Access to Publicly Provided Health Services in 81 Provinces in Turkey. Journal of Social Security, 5(2), 145-165.

Kayral, İbrahim (2014). “Perceived Service Quality in Healthcare Organizations and a Research in Ankara by Hospital Type”. Journal of Ankara Research , 2(1), 22-34.

Lelond, S., Kim, C.A. Advanced practice nurse-led early palliative care: a novel model for improved access to care. Support Care Cancer 33, 168 (2025). <https://doi.org/10.1007/s00520-025-09193-3>

MacKinney Clinton, Coburn Andrew, Lundblad Jennifer, McBride Timothy, Mueller Keith and Watson Sidney (2014). Access to Rural Health care—a Literature Review and New Synthesis. Policy Report. Rupri: Rural Policy Research Institute.

Özen Çınar, İ.(2020) Bibliometric analysis of breast cancer research in the period 2009-2018. Int J Nurs Pract., 26:e12845. <https://doi.org/10.1111/ijn.12845>

Pritchard, A. (1969) Statistical Bibliography or Bibliometrics. Journal of Documentation, 25, 348-349.

Russell, D. J., Humphreys, J. S., Ward, B., Chisholm, M., Buykx, P., McGrail, M., & Wakerman, J. (2013). Helping policy-makers address rural health access problems. The Australian journal of rural health, 21(2), 61–71. <https://doi.org/10.1111/ajr.12023>

Sarı, A. (2022). Scale development and examination of cancer patients; access to health services during the Covid 19 pandemic process [Doctoral dissertation, Cumhuriyet University]. Council of Higher Education National Thesis Center. (Thesis No: 767620)

Shuman Andrew G. & Pentz Rebecca D. (2020). Cancer Research Ethics and COVID-19. The Oncologist, 25, 458–459.

T.C. Ministry of Health, General Directorate of Public Health (2020). COVID-19 Guide, General Information, Epidemiology and Diagnosis. Ankara. Access address (20.08.2020): <https://covid19.saglik.gov.tr/>

TÜBİTAK ULAKBİM. (2023, August). Bibliometric analysis. Retrieved from <https://cabim.ulakbim.gov.tr/bibliometric-analysis/>

Wahab, A. A. O. A., & Kefeli, Z. (2016). Projecting a long term expenditure growth in Healthcare Service: A literature review. Procedia economics and finance, 37, 152-157.

World Health Organisation (2020) Maintaining a safe and adequate blood supply during the pandemic outbreak of coronavirus disease (COVID-19) WHO Interim guidance, March 2020. 2020; [https://www.who.int/publications-detail/maintaining-a-safe-and-adequate-blood-supply-during-the-pandemic-outbreak-of-coronavirus-disease-\(covid-19\)](https://www.who.int/publications-detail/maintaining-a-safe-and-adequate-blood-supply-during-the-pandemic-outbreak-of-coronavirus-disease-(covid-19)).

World Health Organization, (2015). European ministers of health adopt strategy to tackle physical inactivity in 53 WHO Member States. <http://www.euro.who.int/en/media-centre/sections/press-releases/2015/09/european-ministers-of-health-adopt-strategy-to-tackle-physical-inactivity-in-53-who-member-states>.

Yang, W., Liu, Y., Zeng, T., Wang, Y., Hao, X., Yang, W., & Wang, H. (2021). Research focus and thematic trends in magnet hospital research: A bibliometric analysis of the global publications. Journal of advanced nursing, 77(4), 2012-2025. <https://doi.org/10.1111/jan.14757>

Yetim B., & Çelik Y. (2020). “Access to Health Services: The Problem of Unmet Needs”. Toplum ve Sosyal Hizmet, April, 423-440.

Investigation of the Antiproliferative and Apoptotic Effects of Pimozide on Colorectal Cancer Cells

Kevser Cüre¹, Merve Gurboga², Ayfer Beceren¹, Ozlem Bingol Ozakpınar²

¹Department of Pharmaceutical Toxicology, Faculty of Pharmacy, Marmara University, Basibuyuk-Istanbul, Türkiye

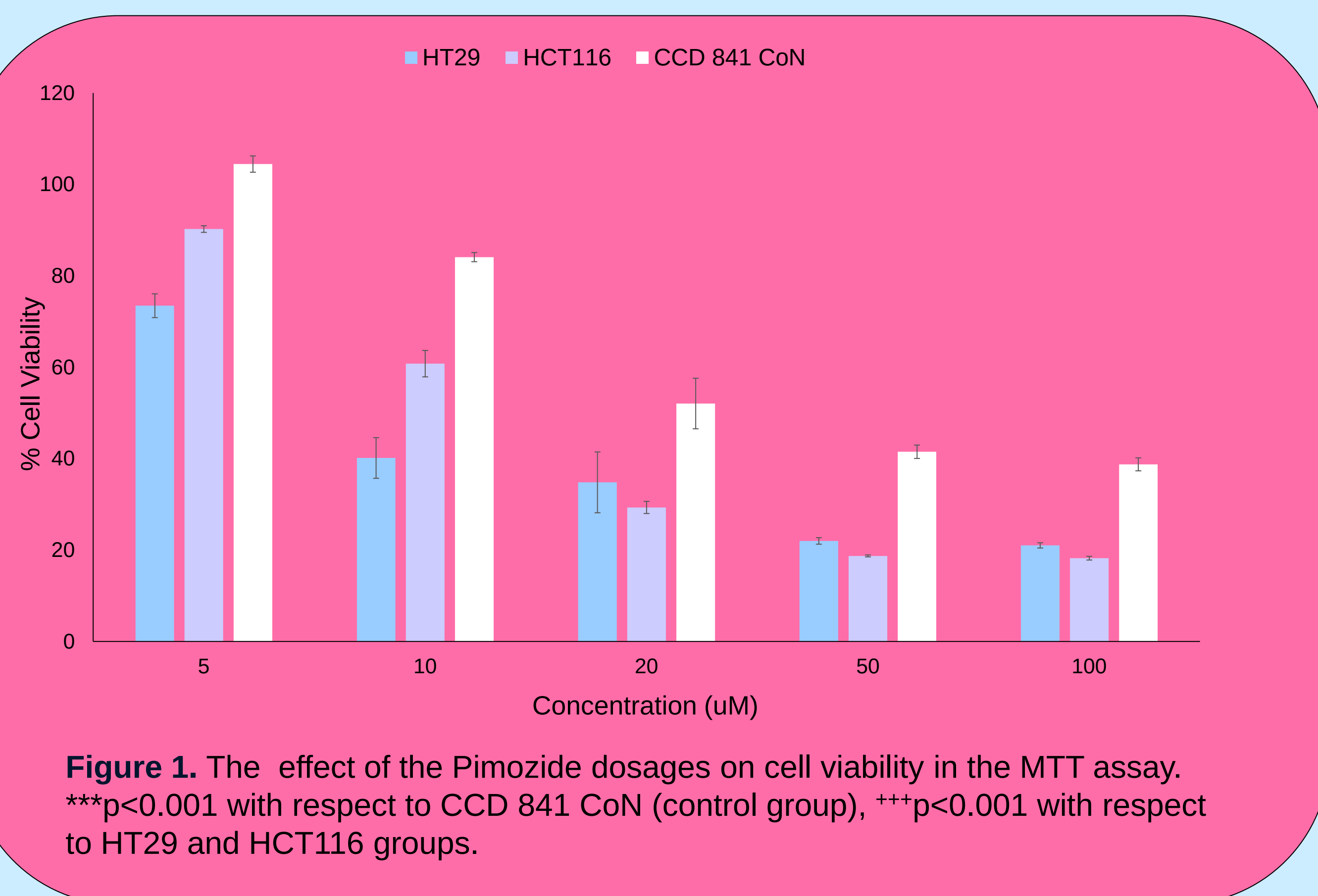
²Department of Biochemistry, Faculty of Pharmacy, Marmara University, Basibuyuk-Istanbul, Türkiye
kevsercure@marun.edu.tr

INTRODUCTION

Pimozide, a typical antipsychotic drug, is used in long-term maintenance treatment for chronic schizophrenia patients to promote, correct or protect social integration (1). Cancer occurs as a result of uncontrolled division of cells in an organ or tissue. Changes in the genetic and epigenetic levels of cancerous cells cause these cells to grow rapidly and multiply by dividing uncontrollably (2). The frequency of colorectal cancer types is third among all types of cancer (3). The aim of this study was to investigate the possible antiproliferative and apoptotic effects of pimozide on colorectal cancer cell lines (HT29 and HCT116).

MATERIALS and METHODS

Colorectal cancer cell lines (HT29 and HCT116) and healthy colorectal cell line (CCD 841 CoN), were maintained in DMEM (Dulbecco's Modified Eagle Medium) supplemented with 10% FBS (Fetal bovine serum), 1% L-Glutamine and penicillin/streptomycin (Gibco) at 37°C in a humidified incubator with 5% CO₂. Cytotoxicity was determined by the 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) assay (4). Briefly, the cells (1 × 10⁴ cells/well) were seeded onto 96-well plates and incubated overnight. Then, the cells were treated with different concentrations (at 5, 10, 20, 50, and 100 µM) of Pimozide for 24 h. After the incubation period, MTT was added into each well to a final concentration of 5 mg/mL and incubated for 4 h. The culture medium was then removed and 100µL of the SDS buffer was added to solubilize the purple formazan product. Absorbances at wavelengths of 570 and 630 nm were measured by a microplate reader (Biotek, Winooski, VT, USA). All the experiments were repeated twice, and each treatment was run in triplicate.



RESULTS and DISCUSSION

The MTT assay results showed that pimozide inhibited HT29 and HCT116 colorectal cancer cells proliferation in a dose-dependent manner.

Significant inhibition was noted in HT29 and HCT116 colorectal cancer cells at doses of 50 and 100 µM.

At the dose of 10 µM, HT29 cells exhibited 60% inhibition, while HCT116 cells demonstrated 39% inhibition.

However, Normal colon epithelial cells (CCD 841 CoN), exhibited 16% inhibition at 10 µM.

These results suggest that pimozide might be useful in treating colorectal cancer.

CONCLUSION

In conclusion, the results of this study suggest that pimozide has strong antiproliferative effects on HT29 and HCT116 cells. These findings suggest that pimozide may hold potential as an anti-cancer agent, particularly for the treatment of colorectal cancer. However, further research is necessary to elucidate its underlying mechanisms of action and to evaluate its safety and efficacy in vivo and in clinical settings. This study is ongoing to further elucidate the effect observed on colorectal cancer.

FUNDING

This study was supported by Marmara University Scientific Research Projects Commission with the project number TYL-2024-11315. This study was also supported by TÜBİTAK 1002-A Fast Support Module with the project number 793609.

References

1. Choi J, Lee YJ, Yoon YJ, Kim CH, Park SJ, Kim SY, Doo Kim N, Cho Han D, Kwon BM. Pimozide suppresses cancer cell migration and tumor metastasis through binding to ARPC2, a subunit of the Arp2/3 complex. Cancer Sci. 2019 Dec;110(12):3788-3801.
2. Shaw, V., Srivastava, S., & Srivastava, S. K. 2021. Repurposing antipsychotics of the diphenylbutylpiperidine class for cancer therapy. In Seminars in Cancer Biology (Vol. 68, pp. 75–83). Academic Press.
3. Valada M, Antona A, Bettio V, Roy K, Vachamaram A, Yellenki V, Massarotti A, Baldanzi G, Capello D. Psychotropic Drugs Show Anticancer Activity by Disrupting Mitochondrial and Lysosomal Function. Front Oncol. 2020 Oct 19;10:562196.
4. Beekman, A. C., Barentsen, A. R., Woerdenbag, H. J., Van Uden, W., Pras, N., Konings, A. W., El-Feraly F.S. Galal A.M. & Wikström, H. V. 1997. Stereochemistry-dependent cytotoxicity of some artemisinin derivatives. Journal of natural products;60(4):325-330.

Yüksel Ekin DURDEMİR¹, Dila ERCENGİZ¹, Ayşe Gülsüm KAYNAR¹, Özgenur GÖZEN¹ Kader ÇÖMLEKÇİ¹

¹Argis Pharmaceutical Industry and Trade Joint Stock Company, Ankara/ Turkey

INTRODUCTION

Pancreatin is a pharmaceutical formulation composed of a mixture of digestive enzymes—primarily amylase, lipase, and protease—originally produced by the exocrine cells of the pancreas as well as other regions of the body [1, 2]. Its primary function is to facilitate the breakdown of ingested nutrients, thereby supporting their conversion into usable energy [1, 3]. Since the 19th century, pancreatic enzymes have been used in oral forms to aid digestion through different formulations [1]. A therapeutic agent is frequently prescribed for the treatment of pancreatic insufficiency - a condition where the pancreas does not produce enough digestive enzymes to break down food and absorb nutrients [1]. Such insufficiency may arise from underlying conditions including cystic fibrosis, chronic pancreatitis, or as a consequence of surgical interventions like gastric bypass [1, 4, 5]. Clinical evidence indicates that supplementation with pancreatin significantly enhances digestive efficiency and nutrient absorption in individuals with compromised pancreatic function [1, 4].

To quantify the amount of pancreatin enzymes in pharmaceutical formulations—particularly in oral dosage forms such as tablets, capsules, or oral films - various analytical methods are employed. These methods include pharmacopoeial enzymatic activity assays (for lipase, amylase, and protease) [6], titrimetric techniques [7], UV-Vis spectrophotometry [7, 8], and, less commonly, techniques like HPLC [2, 7]. In this study, we developed novel titrimetric techniques aimed at quantifying the enzymatic activities of protease, lipase, and amylase present in pancreatin.

MATERIALS AND METHODS

Pancreatin: Pancreatin is the collective name for enzymes such as amylase, lipase, and protease, which are synthesized by the exocrine cells of the pancreas [9].

Amylase Enzyme: Amylase is a protein found primarily in the salivary glands and pancreatic juice that triggers the digestion process. Amylase is classified as an enzyme because it helps the body break down carbohydrates such as starch and glycogen into simple sugars. The majority of amylase enzyme in the human body is produced by the pancreas [9].

Lipase Enzyme: Lipase, produced by the pancreas, catalyzes the hydrolysis of ester bonds in triglycerides (fats) from the solid and liquid fats we consume in our daily lives, breaking them down into free fatty acids and glycerol. In other words, this enzyme breaks the bonds in the fats we ingest, separating them into free fatty acids and glycerol [9, 10].

Protease Enzyme: This enzyme breaks down proteins into smaller peptides and amino acids. Proteases are secreted in the stomach, pancreas, and small intestine. Since proteins are the building blocks of cells, the function of proteases is critical for growth, repair, and overall cellular functions [9, 11].

Quantitative titration is a method used to determine the amount of a substance (analyte) present in a solution. In this technique, a titrant of known concentration is used to react with the analyte in order to calculate its concentration [12]. The reaction is considered complete at the equivalence point, which represents the stage where stoichiometrically equivalent amounts of titrant and analyte have reacted [12]. Our developed titration methods were carried out by measuring the activities of amylase, lipase, and protease in each sample. 20 capsules were used for these measurements.

Amylase Enzyme

- 0.1M PH:6,9 Acetate Buffer
- 0.01N Iodine Solution
- %1 Starch Solution
- Hydrochloric acid (%37)
- %1 Phenolphthalein Indicator
- 0.1N Sodium Thiosulfate Solution (Standard)
- Acetic Acid Glacial

Lipase Enzyme:

- 0.1 M PH:7,5 Tris Buffer
- 0.05M NaOH
- %0.1 Phenolphthalein
- Hydrochloric acid (%37)
- Olive oil

Protease Enzyme:

- 0.1M PH:7.0 Phosphate Buffer
- 0,1M NaOH
- %0.1 Phenolphthalein
- %1 Casein Solution
- %10 Formaldehyde Solution

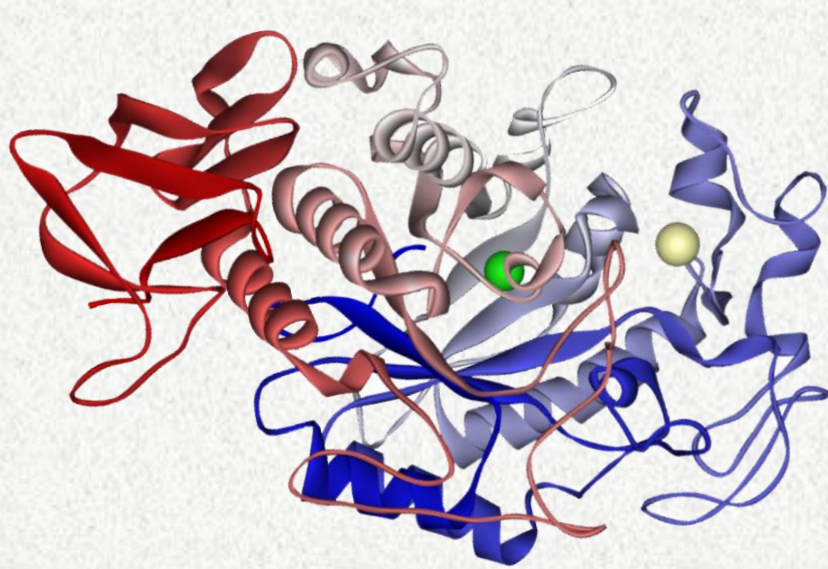


Figure 1. Amylase Enzyme [13]

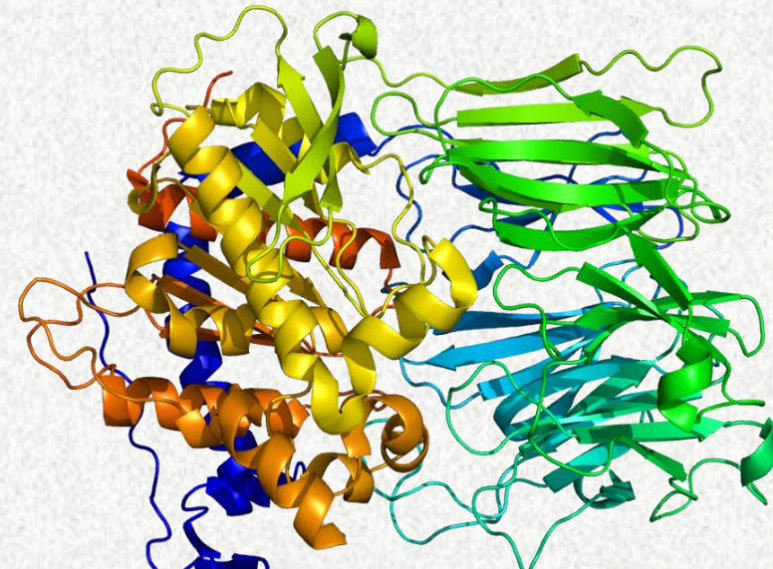


Figure 2. Protease Enzyme [14]

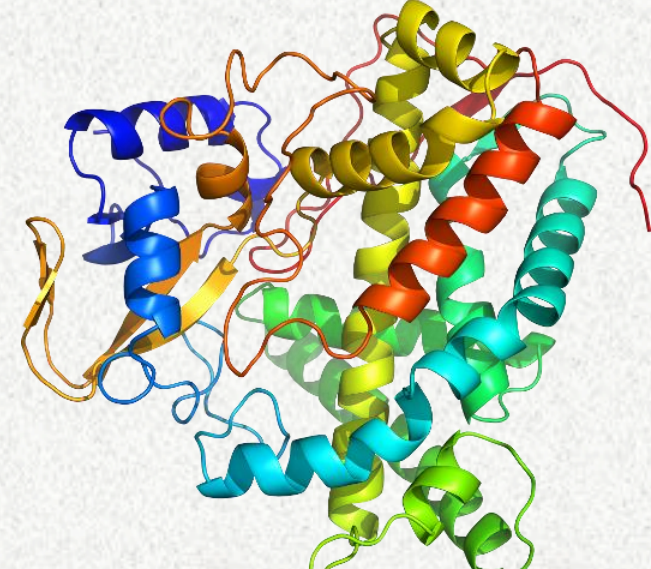


Figure 3. Lipase Enzyme [14]

-Amylase Enzyme

Preparation of 0.1M pH:6.9 Acetate Buffer: 13.6 grams of Sodium Acetate are carefully weighed and placed into a 1000 mL flask. 800 mL of distilled water is added to dissolve it. 1 mL of glacial acetic acid is added, and the volume is adjusted with distilled water. The pH is adjusted to 6.9 using 1M HCl.

Preparation of 0.1% Phenolphthalein (Indicator) Solution: 0.1 grams of phenolphthalein powder are weighed. 50 mL of ethanol is added, and the volume is completed to 100 mL with distilled water.

Preparation of 1% Starch Solution: 1 gram of starch powder is carefully weighed. The volume is completed to 100 mL with distilled water. (First, a suspension is created with cold water, and hot water is added while continuously stirring to increase starch solubility.)

Preparation of 0.01N Iodine Solution: 10 mL of 0.1N Iodine Solution Standard is taken and diluted to 100 mL with distilled water.

Substrate Preparation: The prepared 1% Starch solution is adjusted to pH:6.9 with the acetate buffer.

Enzyme Solution: Two pancreatin active ingredient film-coated tablets are crushed in a mortar. 100 mg of the resulting powder is weighed into a 10 mL volumetric flask. It is dissolved with pH:6.9 Acetate buffer and completed to the volume. The solution is left to stand in an ice bath for 10 minutes.

Procedure: 1 mL of Starch solution, 1 mL of enzyme solution, 1.5 mL of Tris buffer solution for the blank, and 1 mL of enzyme solution are added to a conical flask. The mixture is incubated in a pre-warmed water bath at 37°C for 10 minutes. Then, 1 mL of phenolphthalein and 1 mL of iodine solution are added. The mixture is titrated slowly with 0.1 N Na2S2O3 solution under magnetic stirring. The titration is complete when the color change is permanent. The volume of NaOH used and the reaction time are recorded.

-Lipase Enzyme

Preparation of 0.1M pH:7.5 Tris Buffer: 12.114 grams of Tris-(hydroxymethyl)-aminomethane are weighed and dissolved in 800 mL of distilled water. The pH is adjusted to 7.5 using 1M HCl.

Preparation of 1M HCl: A small amount of distilled water is added to a 1000 mL volumetric flask. 83.3 mL of hydrochloric acid (37%) is added and the volume is completed with distilled water.

Preparation of 0.1% Phenolphthalein (Indicator) Solution: 0.1 grams of phenolphthalein powder are weighed. 50 mL of ethanol is added, and the volume is completed to 100 mL with distilled water.

Preparation of 0.05 M NaOH: 2 grams of NaOH are weighed and dissolved in distilled water to a final volume of 1 L.

Substrate Preparation: 90 mL of Tris buffer is added to a 100 mL volumetric flask. 10 mL of olive oil is added and mixed with a magnetic stirrer for 15 minutes.

Enzyme Solution: Two pancreatin-containing film-coated tablets are crushed in a mortar. 100 mg of the resulting powder is weighed into a 10 mL volumetric flask. It is dissolved using Tris buffer and the volume is completed. The solution is kept in an ice bath for 10 minutes.

Procedure: 10 mL of substrate solution, 5 mL of Tris buffer solution, and 1 mL of enzyme solution are added to a conical flask. The mixture is incubated in a pre-heated water bath at 37°C for 30 minutes. Then, 1 mL of phenolphthalein is added. The mixture is titrated slowly with 0.05M NaOH solution under magnetic stirring. The titration is complete when the pale pink color remains permanent. The volume of NaOH used and the reaction time are recorded.

-Protease Enzyme

Preparation of 0.1M pH:7.0 Phosphate Buffer: 13.8 grams of Sodium Dihydrogen Phosphate Dihydrate are carefully weighed and transferred to a 1L bottle containing 800 mL of water. The pH is adjusted to 7.0 using 1M NaOH. The volume is completed with distilled water.

Preparation of 1M NaOH: A small amount of distilled water is added to a 1000 mL volumetric flask. 40 grams of NaOH are added, and the volume is completed with distilled water.

Preparation of 10% Formaldehyde Solution: 27 mL of 37% Formaldehyde solution is taken and completed to 100 mL with distilled water.

Preparation of 0.1% Phenolphthalein (Indicator) Solution: 0.1 grams of phenolphthalein powder are weighed. 50 mL of ethanol is added, and the volume is completed to 100 mL with distilled water.

Preparation of 0.1M NaOH: 0.1 grams of NaOH are weighed and dissolved in distilled water to a final volume of 100 mL.

Substrate Preparation: 1 gram of casein is carefully weighed and added to a 100 mL Erlenmeyer flask. Approximately 10-20 mL of distilled water is added to create a suspension. The mixture is heated to around 40°C, and the pH is adjusted to 7.0 by slowly adding 0.1N NaOH. Once the dissolution process is completed, the volume is adjusted with water.

Enzyme Solution: Two pancreatin-containing film-coated tablets are crushed in a mortar. 100 mg of the resulting powder is weighed into a 10 mL volumetric flask. The solution is dissolved using Phosphate buffer and the volume is completed. The prepared solution is kept in an ice bath for 10 minutes.

Procedure: 5 mL of substrate solution, 5 mL of control solution, 4 mL of Tris buffer solution, and 1 mL of enzyme solution are added to a conical flask. The mixture is incubated in a pre-heated water bath at 37°C for 30 minutes. Then, 1 mL of phenolphthalein and 1 mL of 10% Formaldehyde solution are added. The mixture is titrated slowly with 0.1 N NaOH solution under magnetic stirring. The titration is complete when the dark pink color remains permanent. The volume of NaOH used and the reaction time are recorded.

RESULTS

PANCREATIN (AMYLASE)					
Sample	Time	Consumption	Amount (U/mL)	Amylase Activity Amount	% Result
Blank Solution	0.43	4.00	-	-	-
Sample-1	0.29	5.00	177.27	128.76	88.80
Sample-2	0.30	4.97	185.18	123.26	85.01
Sample-3	0.29	5.04	184.36	123.81	85.38
Sample-4	0.30	4.95	181.36	125.85	86.80
Sample-5	0.29	5.02	180.82	126.23	87.06
Sample-6	0.28	5.04	172.07	132.65	91.48
Average			180.18	126.76	87.42
SD			4.44	3.18	2.19
%RSD			2.47	2.51	2.51

Table 1. Quantitative determination analysis results for amylase enzyme

PANCREATIN (LIPASE)					
Sample	Time	Consumption	Amount (U/mL)	Lipase Activity Amount	% Result
Blank Solution	0.44	12.00	-	-	-
Sample-1	0.31	15.00	46.15	140.83	97.13
Sample-2	0.30	14.90	41.43	156.90	108.20
Sample-3	0.29	15.10	41.33	157.26	108.45
Sample-4	0.30	15.20	45.71	142.19	98.06
Sample-5	0.31	14.99	46.00	141.30	97.45
Sample-6	0.30	15.10	44.29	146.77	101.22
Average			44.15	147.54	101.75
SD			2.05	7.01	4.84
%RSD			4.64	4.75	4.75

Table 2. Quantitative determination analysis results for lipase enzyme

PANCREATIN (PROTEASE)					
Sample	Time	Consumption	Amount (U/mL)	Protease Activity Amount	% Result
Blank Solution	0.15	3.00	-	-	-
Sample-1	0.040	8.00	181.82	137.50	94.83
Sample-2	0.030	7.90	163.33	153.06	105.56
Sample-3	0.039	8.10	183.78	136.03	93.81
Sample-4	0.033	8.20	177.78	140.63	96.98
Sample-5	0.030	8.00	166.67	150.00	103.45
Sample-6	0.030	7.90	163.33	153.06	105.56
Average			172.79	145.05	100.03
SD			8.60	7.20	4.96
%RSD			4.98	4.96	4.96

Table 3. Quantitative determination analysis results for protease enzyme

CONVERSION FACTOR			CERTIFICATE OF		
Enzyme	USP	FIP	Enzyme	Limit (> USP.u/mg)	Result
Amylase	4.15	1	Amylase	150	179
Lipase	1	1	Lipase	12	42
Protease	62.5	1	Protease	150	168

Table 4. Conversion from FIP units to USP units [15]

Table 5. Enzyme specification limits

$$\begin{aligned} \text{Enzim Aktivitesi (U/ml)} &= \frac{V(\text{harcanan titrant hacmi} - \text{kontrol çözeltisi hacmi}) \times N \times E}{t \times V(\text{enzim})} \\ \text{Enzim Mg Miktarı} &= \frac{\text{Toplam FIP}}{\text{Enzim Aktivitesi (FIP/mg)}} \\ \% \text{Miktar} &= \frac{\text{Enzim Miktarı (mg)}}{\text{Ortalama Tablet Ağırlığı}} \times 100 \end{aligned}$$

N: Normality of the Titrant

E: Equivalent Value of the Titrant

t (min): Time elapsed during titration (Control Solution – Enzyme Solution)

CONCLUSION

The determination of enzyme activity in pancreatin tablets was successfully carried out using our developed titration methods. These methods have been validated, with the validation process covering the optimization of various analytical parameters including temperature conditions, method robustness, accuracy, precision, linearity, and reproducibility. Pancreatin tablet samples produced by Argis Pharmaceuticals JSC were analyzed for enzymatic activity, and the obtained results were compared to enzyme activity limits (for amylase, lipase, and protease) established based on the label value. The selectivity of the developed method was confirmed through blank titrations, titrations of the standard drug and formulations. The titration values for the standard drug and the formulations were nearly identical, indicating no interference from excipients with the titrant or the titration medium. Overall, the results showed a high level of consistency in measuring enzyme activity.

REFERENCES

- [1] Pancreatic enzyme replacement therapy for pancreatic exocrine insufficiency in the 21st century. Tony Trang, Johanna Chan, David Y Graham. World J Gastroenterol. 2014 September 7; 20(33): 11467-11485 ISSN 1007-9327 (print) ISSN 2219-28; DOI: 10.3748/wjg.v20.i33.11467.
- [2] RP-HPLC METHOD FOR THE ANALYSIS AND QUANTIFICATION OF PANCREATIN ACTIVE PHARMACEUTICAL AGENTS. Weisman et al. United States Patent. Patent No: US 9,251,630 B1. Date of Patent: Mar. 22, 2019.
- [3] Efficacy of Enzyme Supplementation After Surgery for Chronic Pancreatitis Van Heesem, Chi M.; Jorde, Pamela G.; Timberlake, Marie; Frey, Charles F.; Holand, Charles H. Pancreas. 14(2):174-180, March 1997.
- [4] Pancreatic Enzyme Pharmacotherapy Marcus Ferrone, Pharm.D, Massimo Raimondo, M.D, and James S. Scelopio, M.D. Pharmacotherapy 2007;27(6):910-920.
- [5] Dominguez-Muñoz JE. Chronic pancreatitis and persistent steatorrhea: what is the correct dose of enzymes? Clin Gastroenterol Hepatol. 2011; 9: 541-546 [PMID: 21377551 DOI: 10.1016/j.cgh.2011.02.027]
- [6] USP Monographs-Pancreatin. Doi: https://doi.org/10.31003/USPNC_M60279_01_01
- [7] Comparative Study of Chromatographic, Spectrophotometric and Non Aqueous Titrimetric Methods for Determination of Protease Inhibitor in Tablets. A. Behera*, D. G. Sankar, S. K. Mohtra, and S. C. Sita. ISSN 1061-9340, Journal of Analytical Chemistry, 2014, Vol. 69, No. 7, pp. 696-704. Pletades Publishing, Ltd., 2014.
- [8] Evaluation of pancreatin stability through enzyme activity determination January 2016Acta Pharmaceutica 66(3) DOI:10.1515/apch-2016-0037
- [9] Exocrine pancreatic insufficiency drug products. Federal Register 2004; 69: 23410-23414.
- [10] Biochemistry, Lipase, Yasaman Pirahanchi, Sandeep Sharma, StatPearls Publishing; 2025 Jan.
- [11] Proteases: Multifunctional Enzymes in Life and Disease; Carlos López-Otin, Judith S. Bond. J Biol Chem. 2008 Nov 7;283(45):30433–30437. doi: 10.1074/jbc.R800035200
- [12] https://aclsiders.ankara.edu.tr/
- [13] https://tr.wikipedia.org/
- [14] https://www.argegis.com/
- [15] In Vitro Comparison of Physical Parameters, Enzyme Activity, Acid Resistance, and pH Dissolution Characteristics of Enteric-Coated Pancreatic Enzyme Preparations: Implications for Clinical Variability and Pharmacy Substitution. Robert J Kuhn, Sabine Eytting, Friederike Henniges, Andreas Pothoff. J Pediatr Pharmacol Ther. 2007 Apr-Jun;12(2):115–128. doi: 10.5863/1551-6776-12.2.115.